MOTION & CONTROL™

NSK

СВЕРХТОЧНЫЕ ПОДШИПНИКИ

Введение

При современном развитии технологий на производителей всего мира возлагается равная ответственность по сбережению и защите окружающей среды. Продукция NSK Motion and Control является отражением взглядов нашей корпорации на ответственность за окружающую среду. Наши изделия не только улучшают эксплуатационные качества машин во множестве отраслей промышленности, но и сберегают энергию и природные ресурсы благодаря сверхточным технологиям механообработки.

В целях удовлетворения требований в высшей степени специализированной отрасли станкостроения мы усовершенствовали абсолютно все аспекты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, которые проводятся в наших технологических центрах. Благодаря этому прецизионные подшипники NSK широко применяются во многих отраслях промышленности – например, в производстве полупроводниковых приборов и промышленных роботов, – и пользуются заслуженной репутацией изделий превосходного качества. Приобретение корпорацией NSK европейской компании RHP позволило нам объединить наши знания и опыт, а также конструктивные возможности. Вследствие этого наши подшипники получили известность за исключительную точность и надежность.

В данном каталоге содержатся технические сведения, куда входит информация о наших последних разработках и испытаниях, разнообразных прикладных программах, моделях выпускаемых прецизионных подшипников и эксплуатации каждой конкретной модели подшипника.

MOTION & CONTROL™
NSK

Оглавление

Часть 1. Сверхточные подшипники NSK

Глобальная сеть 6
Научно-исследовательская деятельность 8
Контроль качества и технология производства 10

Часть 2. Характеристики прецизионных подшипников

Металлургическая технология увеличения срока службы подшипников 14
Керамические тела качения 16
Сепараторы 18
Компоненты подшипников 20
Номенклатура продукции 22
Эксплуатационные характеристики каждого типа подшипника 24

Часть 3. Выбор соответствующего прецизионного подшипника

Выбор подшипника 36
Типовые конструкции высокоскоростных шпинделей главного вала 38
Другие конструкции шпинделей 40
Свойства радиально-упорных шариковых подшипников 42
Свойства цилиндрических роликовых подшипников 44

Часть 4. Типы подшипников

1. Радиально-упорные шарикоподшипники (РУШП)

Высокоточные радиально-упорные шарикоподшипники (стандартные серии) 48-60
- Характеристики
- Система обозначений
- Таблицы подшипников
- Миниатюрная серия, Серия BSA для опор шариковинтовых пар
- Серия 79
- Серия 70
- Серия 72

Сверхскоростные радиально-упорные шарикоподшипники (серия ROBUST) 62-79
- Характеристики
- Система обозначений
- Таблицы подшипников
- Серии BNR19, BER19
- Серии BNR10, BER10
- Серии BNR19XE/10XE, BER19XE/10XE (Spinshot II)
- Серии BNR29, BER29 (Широкие серии)
- Серии BNR20, BER20 (Широкие серии)

Сверхточные радиально-упорные шарикоподшипники (Серия ROBUST-BGR) 80-84
- Характеристики
- Система обозначений
- Таблицы подшипников
- Серия BGR19
- Серия BGR10
- Серия BGR02

2. Цилиндрические роликоподшипники

Цилиндрические роликоподшипники (ЦРП) 88-97
- Характеристики
- Система обозначений
- Таблицы подшипников
- Двухрядные цилиндрические роликоподшипники (Серия подшипников с повышенной жесткостью)
- Серия 30
- Серия 39
- Серия 49
- Однорядные цилиндрические роликоподшипники (Стандартная серия)
- Серия 10
- Сверхскоростные однорядные цилиндрические роликоподшипники (Серия ROBUST)
- Серия 10
- Двухрядные цилиндрические роликоподшипники (Серия с низким уровнем тепловыделения)
- Серия 30
- Сверхскоростные однорядные цилиндрические роликоподшипники (Серия с низким уровнем тепловыделения)
- Серия 10

3. Упорно-радиальные шарикоподшипники

Упорно-радиальные шарикоподшипники 100-105
- Характеристики
- Система обозначений
- Таблицы подшипников
- Высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники (Серия ROBUST)
- Серия BAR10
- Серия BTR10
- Двойные упорно-радиальные шарикоподшипники (Серия TAC)
- Серия TAC29D
- Серия TAC20D

4. Подшипники опор шариковинтовых пар

Упорно-радиальные шарикоподшипники для опор шаровинтовых пар 108-113

Характеристики
Система обозначений
Таблицы подшипников
для применения в станочном оборудовании
Серия TAC B
для применения в термопластоавтоматах
Серии TAC02 и 03

Опоры для шариковинтовых пар 114-115

Характеристики
Система обозначений
Таблицы подшипников

5. Прецизионные радиальные шарикоподшипники

Прецизионные радиальные шарикоподшипники 118-120

Характеристики
Система обозначений
Таблицы подшипников
Тип T1X (с полиамидным сепаратором)
Серии 60, 62 и 63

6. Вспомогательное оборудование

Калибры 124-127

Калибры GR
Характеристики
Система обозначений
Калибры GTR
Характеристики
Система обозначений
Калибры GN
Характеристики
Система обозначений

Устройства для контроля состояния подшипников 128
Нагреватель подшипников 129
Система замены смазки 130-131
Воздушно-масляное устройство для смазки 132-133
Герметичные прецизионные дистанционные кольца для шпинделей станков 134-135

Часть 5. Техническое руководство

1. Долговечность 138-145
Усталостная долговечность качения и номинальная грузоподъемность
Новая теория долговечности

2. Статическая номинальная грузоподъемность и статические эквивалентные нагрузки 146-147

3. Комбинации радиально-упорных шарикоподшипников 148-151
Характеристики каждой комбинации
Универсальная комбинация

4. Преднатяг и жесткость 152-169
Типы преднатяга и жесткости
Таблицы преднатяга и жесткости

5. Предельные скорости 170-171

6. Смазка 172-175

7. Допуски отклонения подшипников 176-183
Допуски для радиальных подшипников
Допуски для подшипников с коническим посадочным отверстием
Допуски для упорно-радиальных шарикоподшипников

8. Конструкция валов и корпусов 184-188
Посадки валов и корпусов
Допуски валов и корпусов
Размеры заплечиков и галтели вала (сопрягаемые размеры)
Размеры фаски

9. Дистанционные кольца 189-193
Размеры колец
Положение распылительной насадки

Часть 6. Обращение с подшипниками

1. Монтаж 196-209
1. Чистка подшипников и сопрягаемых деталей
2. Проверка размеров сопрягаемых деталей
3. Операции монтажа
4. Осмотр после монтажа

2. Операционный контроль 210-211

3. Операции начальной приработки 212-213

Часть 7. Диагностика отказов подшипников

1. Отказы подшипников и корректирующие действия 216-219

2. Диагностика по звуку и вибрации 220-225

Часть 8. Приложения

Допуски диаметра вала 228-229
Допуски диаметра внутреннего отверстия корпуса 230-231
Значения стандартных допусков в соответствии с классами IT 232-233
Таблица перевода шкал твердости 234
Физические и механические свойства материалов 235-236
Таблица сопоставления новых и старых номеров подшипников 237
Метод измерения осевого зазора комбинированных радиально-упорных шарикоподшипников 238
Запрос на анализ спецификации 240

Сверхточные под

шипники NSK

Часть 1

Оглавление

Часть 1. Сверхточные подшипники NSK

Глобальная сеть — 6

Научно-исследовательская деятельность — 8

Контроль качества и технология производства — 10

Глобальная сеть

Единая система поддержки по всему миру

Компания NSK производит и продает высококачественные изделия по всему миру под непосредственным руководством Технологических центров на четырех основных рынках мира. Офисы продаж NSK, высококвалифицированные сотрудники которых постоянно анализируют запросы потребителей, контролируют глобальную сеть, включая Технологические центры и производственные площадки.
Компания NSK быстро и эффективно реагирует на любые потребности заказчиков и содействует развитию их бизнеса в любом регионе.

Технологический центр (Китай)

Завод NSK в Ньюарке

Технологический центр (Азия, Океания)

Центр технологии подшипников (Япония)

Управление глобальной сетью обеспечивает поставки высококачественной продукции, соответствующей потребностям покупателей

Корпорация NSK организовала информационную сеть, объединяющую технологические центры, расположенные на территории четырех основных рынков мира – Европе, Соединенных Штатах Америки, Азии и Японии. Такая сеть позволяет в реальном времени получать информацию и тенденциях и переменах, происходящих на всех рынках мира. В результате мы имеем возможность быстро реагировать на изменения потребностей наших покупателей и поставлять нужную им высококачественную продукцию.

Информационная система, напрямую связанная с покупателями

Техническая поддержка покупателей осуществляется Технологическими центрами

Технологические центры, расположенные на территории четырех основных рынков мира, обеспечивают техническую поддержку покупателей в закрепленных за ними регионах. Такая поддержка помогает нашим покупателям использовать продукцию NSK в соответствии с условиями применения и достигать наилучших результатов.

Северная и Южная Америка

Главное управление (Япония)

Завод NSK в Фудзисаве

Американский технологический центр (США)

- Центральные офисы
- Коммерческие представительства, заводы
- Технические отделы

Продукция, соответствующая нуждам потребителя

Каждый технологический центр тесно сотрудничает с нашими покупателями для определения точных требований к применению продукции. Таким образом, мы помогаем нашим покупателям определить, какие изделия NSK лучше подходят для применения в тех или иных условиях, чтобы максимально эффективно и рентабельно использовать их.
По отдельному запросу мы можем изготовить продукцию специально под технические требования заказчика.

Наша глобальная сеть поддержки доступна для всех потребителей, где бы они ни находились

Наша глобальная сеть обеспечивает получение заказов и поставку продукции в любой уголок мира.
Дистрибьюторы NSK по всему миру ведут учет наличия продукции основных категорий по каждому из рынков и регионов, за которые они отвечают, обеспечивая тем самым возможность своевременной поставки изделий.
Компания NSK осуществляет техническую поддержку по всему миру: помогает покупателям выбрать подшипник, наилучшим образом соответствующий условиям применения, быстро предоставляет ответы на вопросы и незамедлительно реагирует на какие-либо возникающие у потребителей проблемы.

http://www.nsk.com

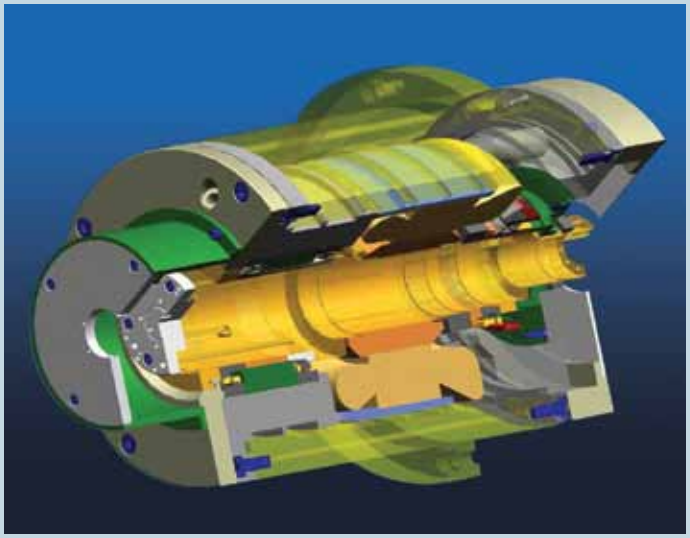
Научно-исследовательская деятельность

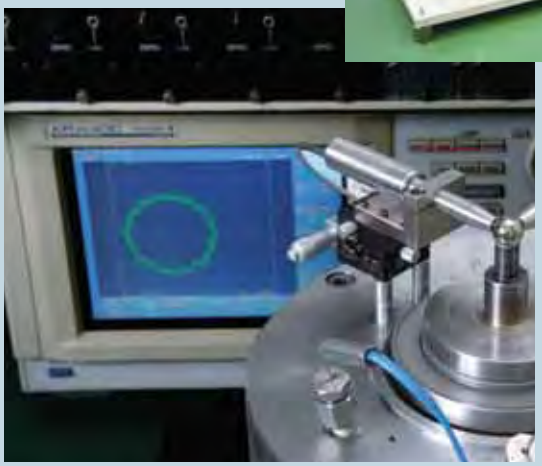
Ключевые технологии NSK

Ключевой технологией NSK является трибология – научная дисциплина, изучающая трение и изнашивание. Трибология – это технология, в центре внимания которой находится сохранение энергии и ресурсов за счет сокращения трения и износа, а также увеличение надежности оборудовании при эксплуатации благодаря предотвращению поломок. Компания NSK способствует разработке новых изделий на основе четырех базовых технологий, вытекающих из трибологии.

Технология анализа

Компания NSK разработала свою собственную программу BRAIN (Анализ подшипников в NSK), которая позволяет за счет применения трибологии проводить цифровое моделирование и анализировать моменты, связанные с трением и эксплуатационными характеристиками. Комбинированное использование данных такого моделирования и эффективного факторного метода (EFM) осуществляет передовое автоматизированное конструирование (CAE).



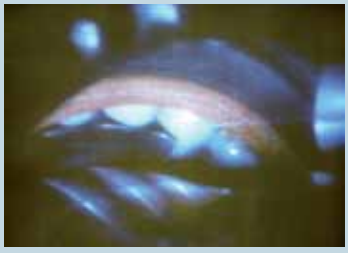


Технология оценки

Компания NSK разработала технологию оценки, которая охватывает широкий диапазон применений за счет привлечения таких передовых технологий, как нано-измерение пробега при использовании сверхточных измерительных приборов. Наша технология оценки способствует разработке наилучших изделий, отвечающих современным требованиям рынка.

Технология смазки

Благодаря применению трибологии, ключевой технологии NSK, компании удалось усовершенствовать технологии смазки, что обеспечивает работу оборудования на пике своих эксплуатационных характеристик. И в этом случае достижения NSK способствуют сохранению энергии и ресурсов, тем самым, делая свой вклад в охрану окружающей среды.



Материаловедение / Технология использования материалов

В рамках материаловедения были проведены значительные научно-исследовательские работы по различным видам материала, в целях производства еще более высококачественной продукции. Изделия, изготовленные из собственного материала NSK, обеспечивают большую долговечность при жестких условиях применения, не требуют технического обслуживания во время эксплуатации и применяются во всех отраслях промышленности.

Контроль качества и технология производства

Высший уровень качества в мире

Прецизионные подшипники NSK обеспечивают наивысший класс точности благодаря нашим производственным технологиям, современному оборудованию и обширному опыту в области изготовления подшипниковой продукции, а также применению жесткого контроля качества на всех стадиях производственного процесса на всех площадках NSK.
Производство NSK, сконцентрированное в Японии и Англии, предлагает продукцию высочайшего класса точности и нацелено на выполнение разнообразных требований наших заказчиков по всему миру.

1 Термообработка

4 Сборка

5 Контроль готовой продукции

Производственные технологии, позволяющие изготавливать продукцию высокого класса точности

Чтобы поддержать репутацию производителя прецизионных подшипников высочайшего уровня точности в мире, точность всех прецизионных подшипников проверяются на уровне нанометра.

Мировое производство в Англии и Японии

Прецизионные подшипники NSK изготавливаются в Англии и Японии. Опыт и расположение этих производственных площадок позволяет нам выполнять требования любого покупателя.

Завод NSK в Ньюарке

Завод NSK в Фудзисаве

2 Шлифование

3 Контроль компонентов изделий

6 Упаковка

Эмблема NSK

Золотистая коробочка NSK – ваша гарантия абсолютного уровня качества продукции.

Полный контроль качества и ответственность за сохранение окружающей среды

Будучи предприятием, сертифицированным по ISO 9001, все заводы NSK придерживаются строгих международных стандартов контроля качества.
В качестве одной из приоритетных задач, NSK в рамках всей компании предпринимает меры по сохранению окружающей среды.

Сертификат ISO 9001

Сертификат ISO 14001

Высокая производительность нового поколения

В поиске новых возможностей компания NSK постоянно бросает вызов современности. Поскольку наша философия проектирования не позволяет нам идти на компромисс с качеством продукции в процессе производства, мы разрабатываем технологии решения проблем на всех уровнях. Используя последние технологии в области материаловедения и анализа, мы конструируем и производим исключительные, высококачественные прецизионные подшипники.
NSK всегда стремиться к достижению наивысшего качества и таких эксплуатационных характеристик, которые будут востребованы в подшипниках нового поколения.

Часть 2

Оглавление

Часть 2. Характеристики прецизионных подшипников

Металлургическая технология увеличения срока службы подшипников — 14

Керамические тела качения — 16

Сепараторы — 18

Компоненты подшипников — 20

Номенклатура продукции — 22

Эксплуатационные характеристики каждого типа подшипника — 24

Металлургическая технология увеличения срока службы

Три типа стали обеспечивают долговечность и высокие эксплуатационные характеристики сверхточных подшипников NSK

Компания NSK разработала новаторскую методику оценивания количества включений в стали и в процессе изготовления стали. Эти технологии обеспечивают возможность разработки материалов для производства долговечных подшипников с высокими эксплуатационными характеристиками.
При изготовлении сверхточных подшипников NSK используются три типа стали – сталь SHX, которая выдерживает сверхскоростные вращения, сталь EP, которая демонстрирует высокую надежность при тяжелых нагрузках и сталь Z, которая увеличивает срок службы подшипников при обычных условиях применения.

Сталь Z – стандартный материал для изготовления сверхточных подшипников

Сталь Z

Стандартный долговечный материал, усталостная долговечность которого в 1,8 раз больше, чем у традиционной вакуумированной стали.

Хорошо известно, что неметаллические включения в значительной степени воздействуют на усталостную долговечность высокоуглеродистой хромосодержащей подшипниковой стали (SAE52100, SUJ2), применяемой для изготовления подшипников качения. Испытания на долговечность показывают, что оксидные неметаллические включения оказывают особенно неблагоприятное действие на усталостную долговечность при качении. Сталь Z с меньшим содержанием оксидных неметаллических частиц демонстрирует улучшенные эксплуатационные характеристики.

· Характеристики стали Z

Сталь Z производится путем сокращения количества содержащихся в стали неметаллических включений, оксидов и других примесей, например, титана или серы. Подшипники, изготовленные из такой стали, обладают в 1,8 раз большим сроком службы по сравнению с подшипниками из обычной вакуумированной стали.

Содержание кислорода в стали и срок службы

· Продукция из стали Z

Компания NSK применяет сталь Z в качестве стандартного материала

Чрезвычайно долговечная и высоконадежная сталь

Сталь EP

Усталостная долговечность в три раза больше, чем у стали SUJ2

В результате разработки инновационной методики оценки оксидных неметаллических включений и усовершенствования процесса изготовления стали мы получили сталь EP, которая обеспечивает чрезвычайную надежность подшипников.

· Характеристики стали EP

Подшипники, изготовленные из стали EP, обладают повышенной надежностью, обусловленной минимальными колебаниями срока службы благодаря применению новой методики оценки и значительному сокращению содержания примесей.

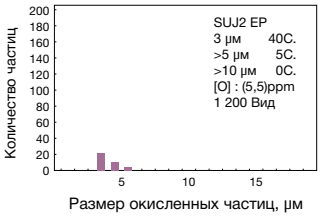
· Создание новой методики оценки

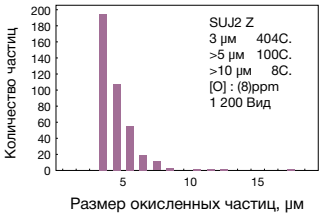
Для усовершенствования процесса оценки оксидных неметаллических включений компания NSK разработала особый метод NSK-ISD2, который подразумевает систему анализа изображений и специальную технологию производства стали.

· Усовершенствование технологий изготовления стали

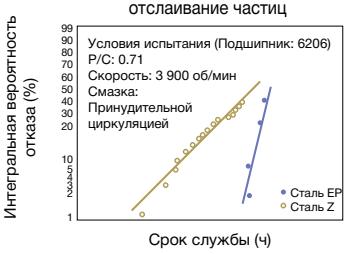
Включение этой методики в технологию производства стали значительно улучшило чистоту материала и позволило сократить содержание неметаллических примесей по сравнению со сталью Z. Сталь EP содержит меньшее количество крупных частиц, чем сталь вакуумно-дугового переплава (VAR) или сталь Z с обычной степенью очистки.

Сравнение чистот посредством анализа изображений





Усталостная долговечность
Испытание на подповерхностное отслаивание частиц



· Продукция из стали EP

Подшипники опор шарико-винтовых пар

Сталь SHX обеспечивает работу подшипников в сверхскоростных условиях применения

Сталь SHX

Термостойкая сталь увеличивает срок службы подшипников в сверхскоростных условиях применения. Усталостная долговечность в 4 раза выше по сравнению со сталью SUJ2 при скорости большей на 20%

· Характеристики стали SHX

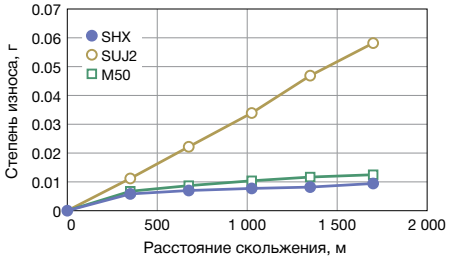
Сталь SHX обладает такими же характеристиками термостойкости, как и сталь M50, которая используется для производства подшипников, предназначенных для главного вала реактивного двигателя, где температура достигает 300°C, а также низким коэффициентом трения, и в то же время отличается от стали M50 лучшей износостойкостью, сопротивлением заеданию и долговечностью.

Такой уровень термостойкости в сочетании с низким коэффициентом трения и сопротивлением вдавливанию полностью соответствует характеристикам стали для производства подшипников для сверхскоростных металлорежущих станков.

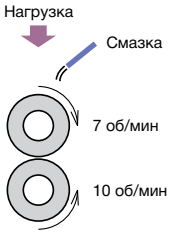
Номер патента: 2961768JP

· Износостойкость

Износостойкость по типу материала
(испытание на износ двух цилиндрических роликов)



Испытание на износ
двух цилиндрических роликов

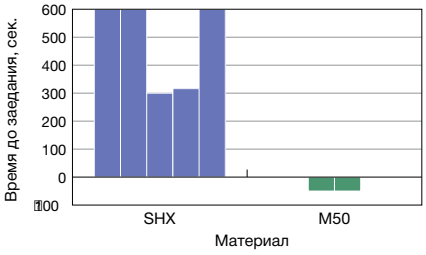


Условия испытания
Давление на поверхность: 800 мПа
Коэффициент скольжения: 30%
Смазка: Веретенное масло (2 см³/мин)

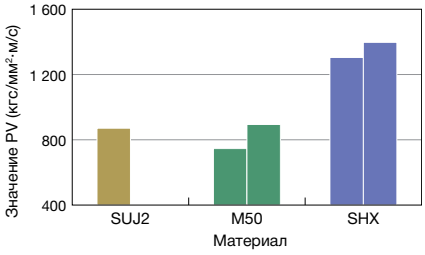
Температура: Комнатная

· Устойчивость к заеданию

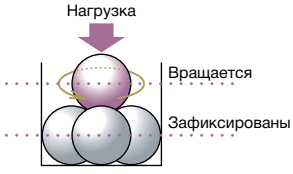
Испытание на заедание в сухих условиях (испытание 4 шариков)



Испытание на заедание в масляной ванне (испытание 4 шариков)

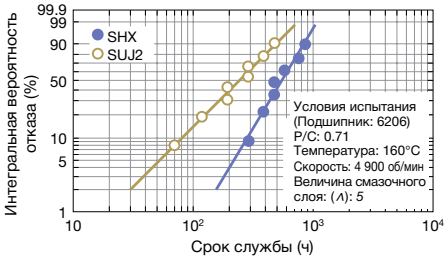


Испытание 4 шариков

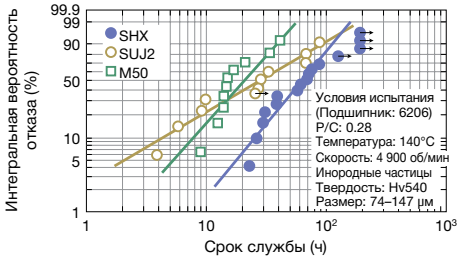


· Усталостная долговечность

Испытание на подповерхностное отслаивание частиц
Чистый смазочный материал



Испытание на поверхностное отслаивание частиц
Загрязненный смазочный материал



· Продукция из стали SHX

Сверхскоростная серия ROBUST
для главных шпинделей сверхскоростных станков

Керамические тела качения

Меньшее тепловыделение обеспечивает сверхскоростное вращение

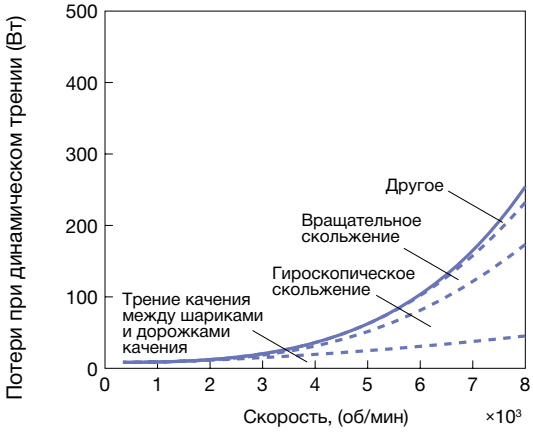
Керамические гибридные подшипники обладают рядом превосходных рабочих характеристик: термостойкость, длительный срок службы, малый вес, сниженное тепловое расширение, электрическое сопротивление. В связи с этим их можно применять для решения бесконечного числа задач как изделия из материала нового поколения. Благодаря компетентности NSK в области материаловедения и производства подшипников, мы быстро отдали предпочтение одному виду керамического материала, а именно нитридкремнию (Si3N4), для изготовления тел качения керамических гибридных подшипников. Гибридные подшипники с керамическими элементами качения заслужили прекрасную репутацию подшипников, в которых сверхскорость сочетается со сверхточностью. Такая комбинация характеристик недостижима для подшипников со стальными элементами качения.

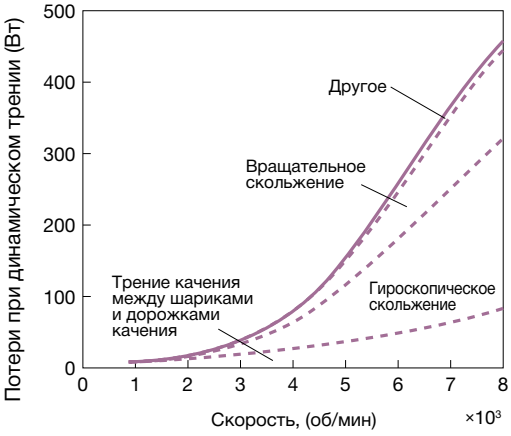
Высокая скорость и низкий уровень тепловыделения

- **Малый вес**
  Поскольку плотность материала на 40% ниже, чем у стали, центробежная сила, воздействующая на элементы качения, становится меньше, в результате чего увеличивается срок службы подшипника.
- **Низкий коэффициент линейного расширения**
  При применении на высокоскоростных операциях, несмотря на то, что подшипник сильно нагревается, низкий коэффициент линейного расширения обеспечивает снижение предварительной нагрузки и меньшее тепловыделение.
- **Низкий коэффициент трения**
  Скольжение тел качения во время операции уменьшается, соответственно выделяется меньше тепла.

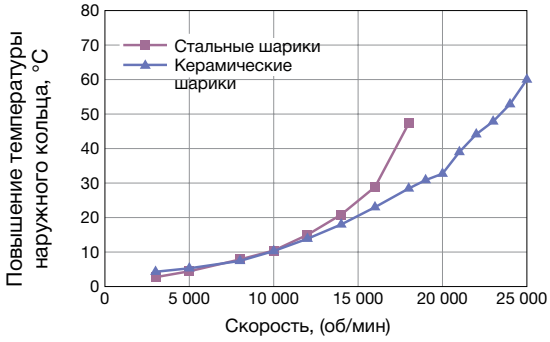
→ Уровень тепловыделения меньше, что обеспечивает работу на сверх высоких скоростях.

Расчётное значение тепловыделения

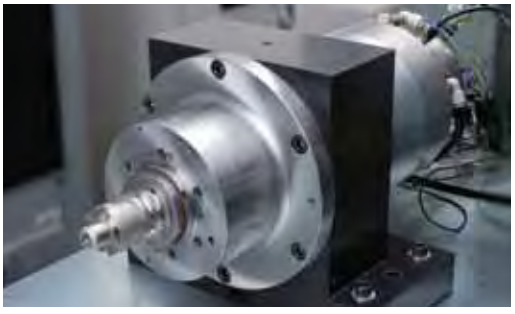




Температура наружного кольца при высоких скоростях эксплуатации

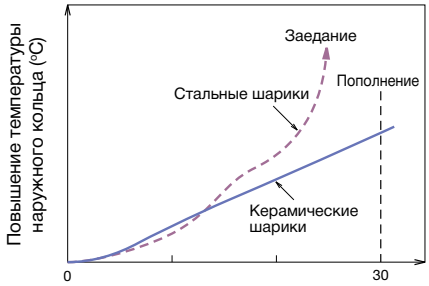


Шпиндель NSK, который достиг 4 миллионов $d_m n$ при использовании керамических шариковых подшипников



Устойчивость к заеданию

По сравнению со стальными элементами качения, керамические элементы обладают большей устойчивостью к заеданию.



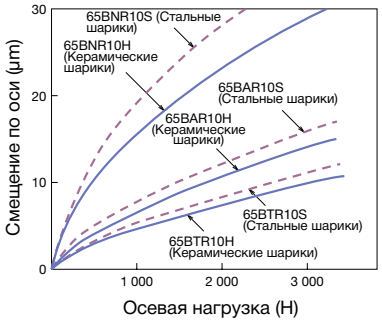
Результат испытания на перебой подачи смазки (сек.)

Механообработка шпинделем NSK при использовании шарикоподшипников с керамическими шариками

Концевая фреза: ϕ16
Обрабатываемый материал: A5052
Частота вращения: 20 000 об/мин
2 500 см³/мин

Высокая жесткость

Модуль упругости керамических шариков на 50% выше, чем у стальных, что делает их идеальными для применения в шпинделях станочного оборудования, требующего эксплуатационных характеристик для жесткой резки.

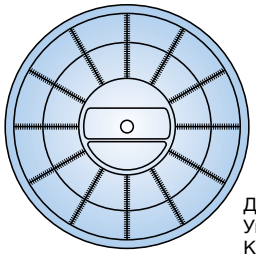


Механообработка шпинделем NSK при использовании шарикоподшипников с керамическими шариками

Торцовая фреза: ϕ80
Обрабатываемый материал: S50C
Частота вращения: 1 200 об/мин
504 см³/мин

Высокая точность

Экспертные знания и опыт компании NSK в области производства шариков и роликов, а также усовершенствование процесса спекания и улучшение качества используемых материалов позволяет NSK производить шарики и ролики еще более высокой степени точности.



Диаметр шарика: 9/32''
Увеличение: 50 000 раз
Круглость керамического шарика
Керамический шарикоподшипник

Допуск на округлость шлифуемой заготовки
0.14 мкм
01мкм/div

Большое увеличение (200 000 раз)
Оборудование для измерения отклонения от сферичности

Шарикоподшипник с керамическими шариками

Роликоподшипник с керамическими роликами

Сепараторы из специально разработанного полимера, обеспечивающие высокие скорости и низкий коэффициент трения

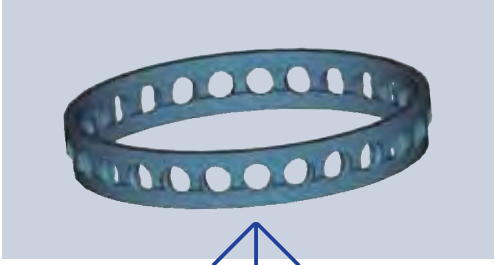
Полимерные материалы широко применяются в производстве сепараторов подшипников благодаря своей низкой массе (плотность полимера составляет 1/6 плотности латуни), легкой формуемости и высокой коррозионной стойкости. Полимеры могут иметь меньший коэффициент трения и, соответственно, выделять меньше теплоты и обладать потенциалом работы при высоких скоростях. Полимеры также могут иметь и низкую степень износа, что способствует увеличению срока службы смазочных материалов. Разработанный нами полимерный сепаратор отлично подходит для подшипников, используемых в шпинделях металлорежущих станков.

Сепараторы для радиально-упорных шарикоподшипников

Направляемый шариками полиамидный сепаратор (TYN)

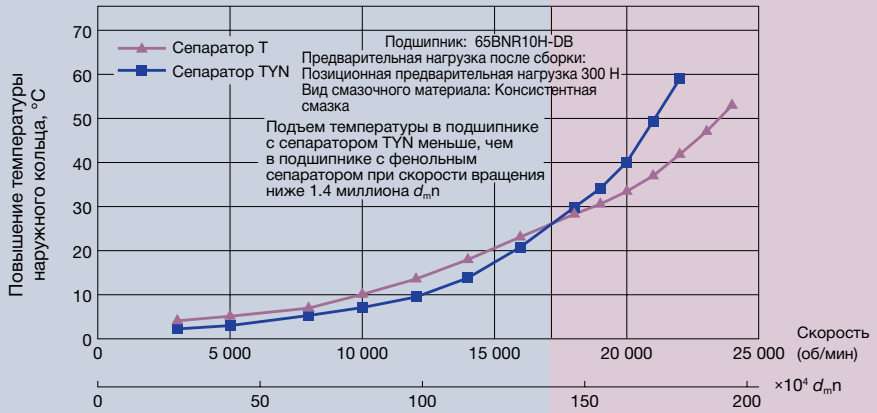
Низкий уровень шума

- Специальная конструкция позволяет уменьшить коэффициент трения подшипника и снизить уровень шума.
- Эффективность данного сепаратора достигается при использовании консистентной смазки. Свободное внутреннее пространство подшипника в этом сепараторе больше, чем в сепараторе, направляемом наружным кольцом, вследствие чего появляется возможность увеличить количество смазки во внутренней части подшипника.
- Процедура заливки смазочного материала в подшипник с таким сепаратором длится меньше, чем у подшипника с фенолполимерным сепаратором.



Сверхскоростные РУШП Серия ROBUST

Результат эксплуатационных испытаний сепаратора

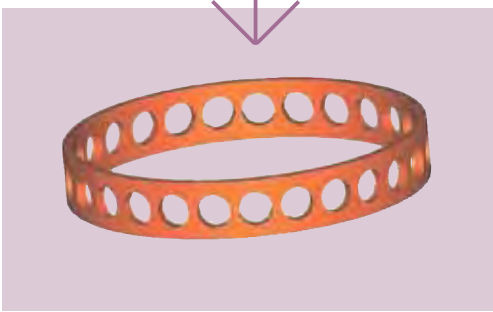


Фенольный сепаратор, направляемый наружным кольцом (T, TR)

Высокая скорость

- Вращательное движение направляемого наружным кольцом сепаратора при выполнении высокоскоростных операций более устойчиво.

Стандартные РУШП Серия STANDARD
Сверхскоростные РУШП Серия ROBUST

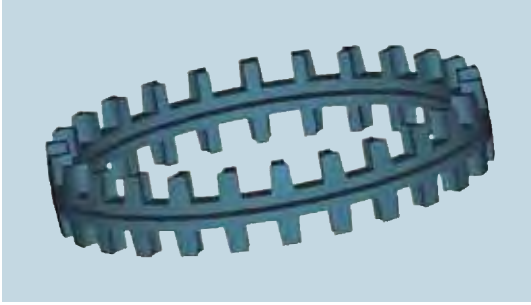


Сепараторы для двухрядных цилиндрических роликоподшипников

Направляемый роликами сепаратор из специально разработанного полимера – полифениленсульфида (сепаратор TB)

С высокой жесткостью

- Оптимальная в отношении прочности и трения конструкция сепаратора, направляемого роликами.
- Превосходные физические характеристики включают высокую прочность, ударную вязкость, износостойкость и усталостную долговечность по сравнению с полиамидным материалом, использующимся для изготовления сепараторов.
- Высокая термостойкость – до 220°C.



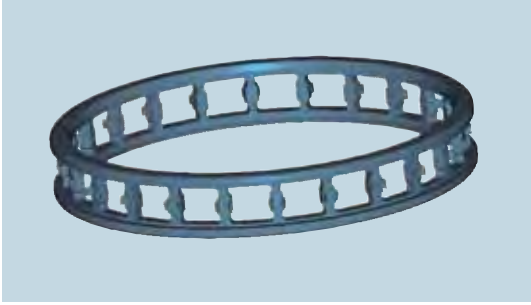
Двухрядные цилиндрические роликоподшипники
Серия с высокой жесткостью

Сепараторы для однорядных цилиндрических роликоподшипников

Направляемый наружным кольцом сепаратор из полиэфирэфиркетона (сепаратор TP)

Сверх-скоростные

- Минимальная деформация сепаратора обеспечивает стабильность работы при высоких скоростях.
- Высокая термостойкость – до 240°C.
- Превосходная износостойкость и минимальная смазка.
- Физические свойства включают высокую прочность, ударную вязкость, износостойкость и усталостную прочность.



Сверхскоростные однорядные цилиндрические роликоподшипники
Серия ROBUST

Механически обработанные латунные сепараторы, направляемые роликами (MB, MR)

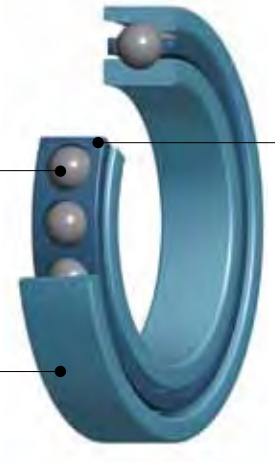
Универсальные

- Такой сепаратор обладает прекрасной термостойкостью, высокой прочностью и жесткостью.

Компоненты подшипников

Сверхточные подшипники NSK, изготовленные из наиболее подходящих материалов и имеющие оптимальную внутреннюю конструкцию

Радиально-упорные шарикоподшипники (Стандартная серия / Standard)



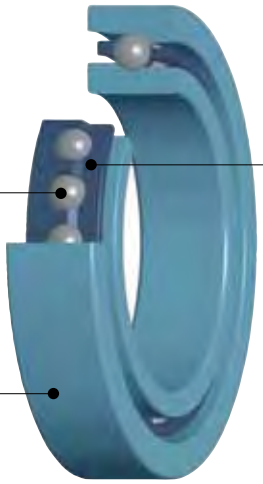
Тела качения
Керамические
SUJ2

Кольца
SUJ2

Сепаратор
Полиамидный
Фенольный

Тип	Кольца	Тела качения	Сепаратор
Тип SUJ2	SUJ2	SUJ2	Полиамид 46 (TYN) Фенол (TR)
Тип с керамическими шариками	SUJ2	Керамические	

Радиально-упорные шарикоподшипники (Серия ROBUST)



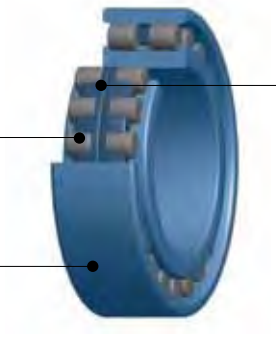
Тела качения
Керамические
SUJ2

Кольца
SHX
SUJ2

Сепаратор
Полиамидный
Фенольный
ПЭЭК

Тип	Кольца	Тела качения	Сепаратор
S	SUJ2	SUJ2	Полиамид 46 (TYN) Фенол (T) ПЭЭК (T42)
H	SUJ2	Керамические	
X	SHX	Керамические	

Цилиндрические роликоподшипники



Сепаратор
ПФС
Латунь

Тела качения
SUJ2

Кольца
SUJ2

NN30

Тип	Кольца	Тела качения	Сепаратор
Стандартный	SUJ2	SUJ2	ПФС (TB)/ Латунь (MR)

Сепаратор
ПЭЭК
Латунь

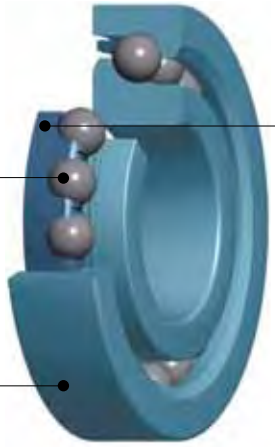
Тела качения
Керамические
SHX
SUJ2

Кольца
SHX
SUJ2

N10

Тип	Кольца	Тела качения	Сепаратор
Стандартный	SUJ2	SUJ2	Латунь (MR)
RS	SUJ2	SUJ2	ПЭЭК (TP)
RX	SHX	SHX	
RXH	SHX	Керамические	

Упорно-радиальные шарикоподшипники для опор шаровинтовых пар



Сепаратор
Полиамид
Латунь

Тела качения
SUJ2

Кольца
SUJ2EP
SUJ2

Тип	Кольца	Тела качения	Сепаратор
Для применения в станках	SUJ2EP	SUJ2	Полиамид 66
Для применения в оборудовании литья под давлением	SUJ2	SUJ2	Полиамид 46/ Латунь

Сверхточные подшипники – номенклатура продукции

Компания NSK производит несколько типов высокоточных подшипников, включая подшипники с улучшенными рабочими характеристиками серии ROBUST™, специальную серию подшипников для уникальных и специализированных условий применения, а также стандартную серию подшипников.

Высокоточные радиально-упорные шарикоподшипники

Стандартная серия

Стандартная серия

Базовые серии высокоточных подшипников NSK, производимые по стандарту ISO.

- Серии 70xx, 72xx, 79xx
- Три типа угла контакта: 15° (C), 25° (A5), 30° (A)
- Два типа конструкции сепаратора: в зависимости от требований применения можно выбрать фенольный (TR) или полиамидный (TYN) сепаратор

Сверхскоростные радиально-упорные шарикоподшипники

Серия ROBUST

Серия ROBUST (BNR, BER)

Подшипники с улучшенными рабочими характеристиками, разработанные для высокоскоростных операций при небольшом подъеме температуры. Предназначены для операций сверхточной машинной обработки и работы в сверхскоростном режиме.

- Два типа угла контакта: 18° (BNR), 25° (BER)
- Два типа материала изготовления шариков: сталь (тип S) и керамика (тип H и X)
- Два типа конструкции сепаратора: фенольный (T) или полиамидный (TYN) сепаратор, в зависимости от эксплуатационных требований
- Подшипники серии ROBUST могут применяться в сверхскоростных операциях (свыше 3 млн d_mn)

Радиально-упорные шарикоподшипники с уплотнением

Специальная серия

Специальная серия

Подшипники предварительно заполнены смазкой и закрыты уплотнениями, что облегчает уход за ними. Подходят для применения в шпинделях металлорежущих станков.

- Стандартная серия сверхточных радиально-упорных шарикоподшипников
- Серия ROBUST – сверхскоростные радиально-упорные шарикоподшипники
- Диапазон внутренних диаметров: 30-100мм в сериях ISO 10 и 19 (70xx и 79xx)

Высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники

Серия ROBUST

Серия ROBUST (BAR, BTR)

Подшипники с высокой жесткостью для применения в токарных станках.

- Два типа угла контакта: 30° (BAR), 40° (BTR)
- Два вида материала изготовления шариков: сталь (тип S) и керамика (тип H)

Сверхточные радиально-упорные шарикоподшипники

Серия ROBUST

Серия ROBUST (BGR)

Высокопроизводительные подшипники, специально разработанные для операций внутреннего шлифования и применения в высокоскоростных двигателях под пружинным предварительным натягом.

- Диапазон внутренних диаметров: ϕ6–25 мм, угол контакта: 15°
- Два вида материала изготовления шариков: сталь (тип S) и керамика (тип H и X)
- Неразъемный тип
- Универсальные комбинации (DU и SU)

Серия ROBUST – это серия сверхточных подшипников NSK с улучшенными рабочими характеристиками.

Сверхскоростные однорядные цилиндрические роликоподшипники

Серия ROBUST | Стандартная серия

Серия ROBUST Стандартная серия

Цилиндрические подшипники с улучшенными рабочими характеристиками, разработанные специально для сверхскоростных операций, например, в шпинделях обрабатывающих центров.

- Два вида материала изготовления сепаратора: латунь (MR)[1] и ПЭЭК (TP).
- Три вида материала изготовления роликов: сталь, SHX и керамика
- Сверхскоростные подшипники серии ROBUST конструкции RXH могут применяться при 3 млн $d_m n$

[1] Сепаратор MR используется в стандартной серии

Двухрядные цилиндрические роликоподшипники

Стандартная серия

Серия с высокой жесткостью

Подшипники этой серии обеспечивают высокую жесткость при высокоскоростном режиме применения, например, в шпинделях токарных станков.

- Два вида материала изготовления сепаратора: латунь (MB) и ПФС (TB)
- Стандартная спецификация E44: смазочные отверстия и канавка в наружном кольце

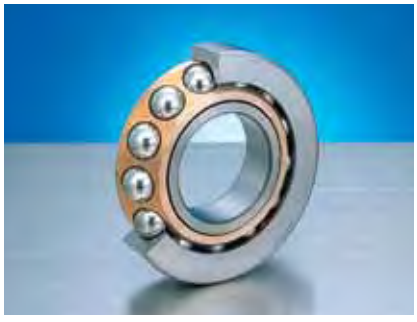
Упорно-радиальные шарикоподшипники для опор шариковинтовых пар

Специальная серия

Для применения в станках

Упорные подшипники с высокой жесткостью, разработанные специально для применения в опорах шаровинтовых пар металлорежущих станков.

- Угол контакта: 60°
- Универсальны по любым требованиям к жесткости и сроку службы
- Также выпускаются подшипники, предварительно заполненные специальной смазкой
- Новая серия этих подшипников с контактным уплотнением и водостойкой смазкой



Упорно-радиальные шарикоподшипники для опор шаровинтовых пар

Специальная серия

Для оборудования инжекционного прессования

Конструкция с большей грузоподъемностью обеспечивает в пять раз больший расчетный срок службы по сравнению с обычными подшипниками для опор шаровинтовых пар, применяемых в станках. Количество рядов может быть уменьшено.

- Более простая эксплуатация по сравнению с коническими роликоподшипниками или упорными сферическими роликоподшипниками благодаря неразъемной конструкции
- Оптимальная конструкция шариков обеспечивает более низкий момент вращения
- Универсальны по любым требованиям к жесткости и сроку службы

Высокоточные радиальные шарикоподшипники (с глубокой канавкой)

Специальная серия

Специальная серия

Подходят для высокоскоростных и высокоточных двигателей.

- Два типа сепаратора: полиамидный сепаратор, направляемый шариками (T1X, TYA)
- Бесшумная работа, низкий уровень вибрации

Сверхскоростные радиально-упорные шарикоподшипники

Конструкция этих подшипников обеспечивает высокоскоростную работу и низкий уровень тепловыделения – Серия ROBUST

Преимущества

1. Низкий уровень тепловыделения
2. Высокая устойчивость к заеданию
3. Улучшенная температурная стабильность
4. Устойчивость при работе на высоких скоростях

Улучшенные эксплуатационные характеристики

Тип Spinshot™ II XE

Конструкция с воздушно-масляной смазкой обеспечивает снижение уровня шума, вследствие чего эти подшипники могут использоваться на операциях, где требуется низкий уровень шума

- Материал внутреннего/наружного колец: термостойкая сталь SHX
- Керамические шарики
- Выбор сепаратора в зависимости от требований к скорости:
  Направляемый наружным кольцом фенольный сепаратор – до 2.5 млн $d_m n$
  ПЭЭК сепаратор, направляемый наружным кольцом – свыше 2.5 млн $d_m n$

Серия ROBUST, тип X

Высокопроизводительные подшипники, обладающие высокой износоустойчивостью и сопротивлением заеданию при работе на высоких скоростях

- Материал внутреннего/наружного колец: термостойкая сталь SHX
- Керамические шарики
- Направляемый наружным кольцом фенольный сепаратор

Серия ROBUST, тип H

Высококачественные подшипники, обеспечивающие работу на высоких скоростях и низкий уровень тепловыделения

- Материал внутреннего/наружного колец: сталь
- Керамические шарики
- Выбор сепаратора в зависимости от требований по скорости:
  Направляемый шариками полиамидный сепаратор: до 1.4 млн $d_m n$
  Направляемый наружным кольцом фенольный сепаратор: свыше 1.4 млн $d_m n$

Серия ROBUST, тип S

Стальные шарикоподшипники по оптимальной цене

- Материал внутреннего/наружного колец: сталь
- Стальные шарики
- Направляемый шариками полиамидный сепаратор

Высокая скорость

Характеристики серии XE

· **Высокоскоростные характеристики (при установочном преднатяге)**
При установочном предварительном натяге обеспечивается высокоскоростная работа до 2.5 млн $d_m n$ при охлаждении водяной рубашкой (максимально 2.7 млн $d_m n$ без такого охлаждения).

· **Бесшумная работа**
На 3-5 дБ тише, чем при обычном смазывании воздушно-масляной смазкой.

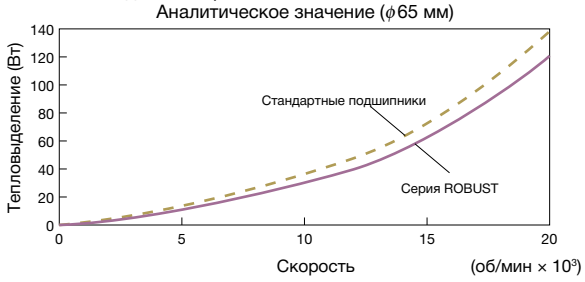
· **Положение**
Сохраняет устойчивость как при вертикальном, так и горизонтальном положении шпинделя.

· **Меньший расход воздуха**
Расход воздуха может быть 1/3 по сравнению с обычным смазыванием воздушно-масляной смазкой.

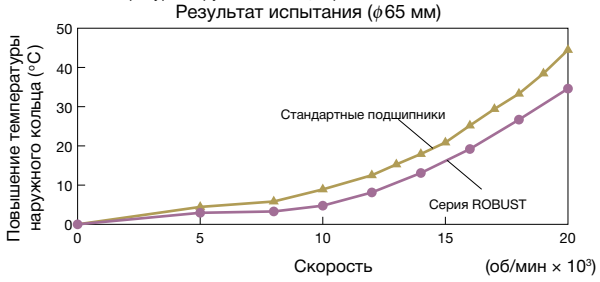
Аналитические данные

Для того чтобы установить оптимальные технические требования к конструкции, современная программа анализа учитывает скольжение внутри подшипника и моделирует повышение температуры. За счет уменьшенного тепловыделения подшипники серии ROBUST обладают большей стабильностью по сравнению с подшипниками обычных серий.

Тепловыделение при смазывании консистентной смазкой
Аналитическое значение (ϕ65 мм)

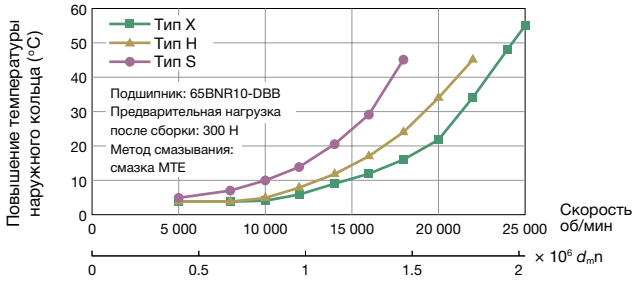


Повышение температуры наружного кольца при смазывании консистентной смазкой
Результат испытания (ϕ65 мм)

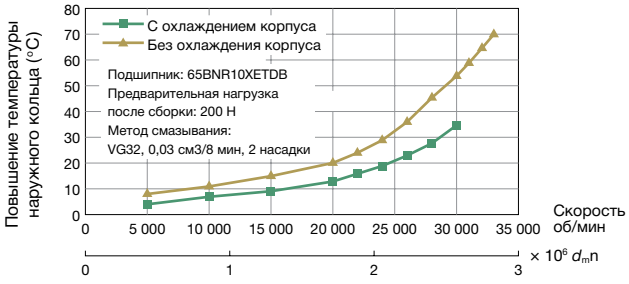


Данные испытаний

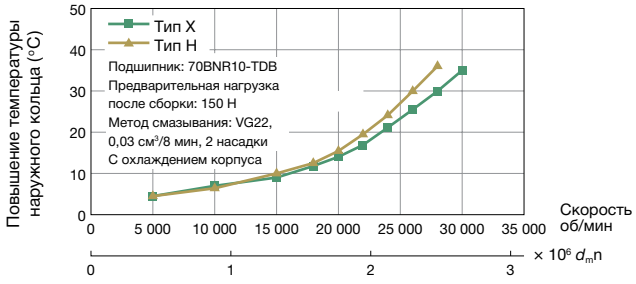
Температурные данные при смазывании консистентной смазкой



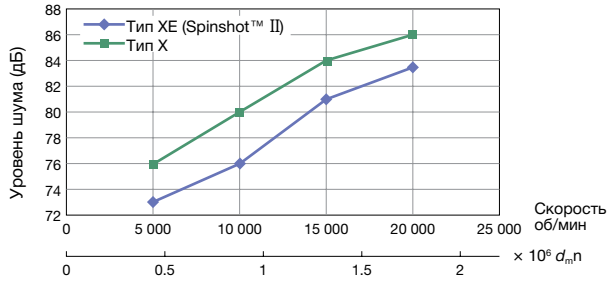
Температурные данные Spinshot™ II



Температурные данные при смазывании воздушно-масляной смазкой



Сравнение уровней шума



Высококачественные цилиндрические

Конструкция этих подшипников обеспечивает работу на высоких скоростях и высокую жесткость

Преимущества

1. Низкий уровень тепловыделения
2. Улучшенная сопротивляемость заеданию
3. Стабильная работа на сверхвысоких скоростях

Улучшенные эксплуатационные характеристики

Сверхскоростные однорядные цилиндрические роликоподшипники
Серия ROBUST, тип RXH
Превосходные технические характеристики, обеспечивающие оптимальную устойчивость к заеданию при работе на сверхвысоких скоростях

- Материал внутреннего/наружного колец: термостойкая сталь SHX
- Керамические ролики
- Направляемый наружным кольцом сепаратор из полимера ПЭЭК

Сверхскоростные однорядные цилиндрические роликоподшипники
Серия ROBUST, тип RX
Превосходные технические характеристики в сочетании с износоустойчивостью и сопротивлением заеданию при работе на сверхвысоких скоростях

- Материал внутреннего/наружного колец: термостойкая сталь SHX
- Ролики из стали SHX
- Направляемый наружным кольцом сепаратор из полимера ПЭЭК

Двухрядные цилиндрические роликоподшипники
Серия высокой жесткости
Серия подшипников с улучшенными рабочими характеристиками и сепаратором из недавно разработанного полимера

- Материал внутреннего/наружного колец: сталь
- Направляемый роликами сепаратор из полифениленсульфида или направляемый роликами латунный сепаратор (Выбор зависит от эксплуатационных требований)

Сверхскоростные однорядные цилиндрические роликоподшипники
Серия ROBUST, тип RS
Эти подшипники обеспечивают рентабельную эксплуатацию на высоких скоростях

- Материал внутреннего/наружного колец: сталь
- Стальные ролики
- Направляемый наружным кольцом сепаратор из полимера ПЭЭК

Однорядные цилиндрические роликоподшипники
Стандартная серия
Подшипники стандартного типа с латунным сепаратором

- Материал внутреннего/наружного колец: сталь
- Направляемый роликами латунный сепаратор

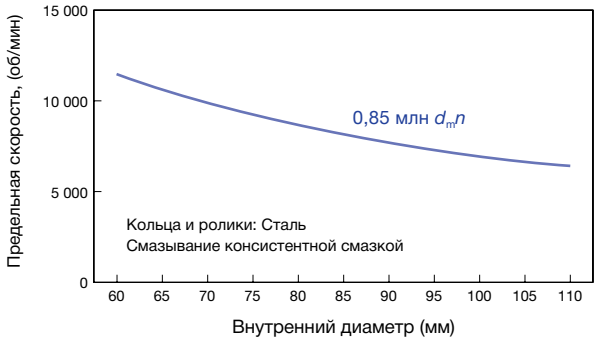
Высокая скорость

Характеристики двухрядных цилиндрических роликоподшипников с высокой жесткостью

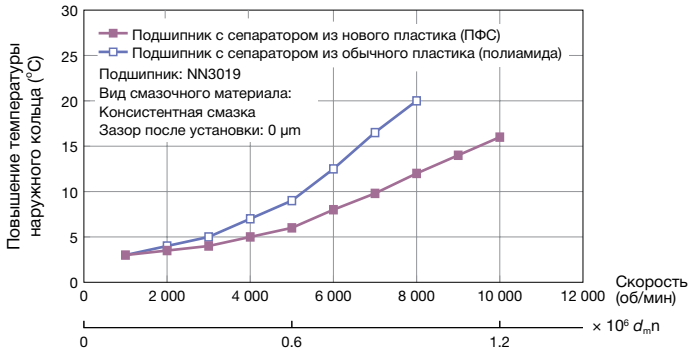
· Увеличенный срок эксплуатации подшипника

Сепаратор из специально разработанного полимера полифениленсульфида обладает термостойкостью и обеспечивает высокую жесткость подшипника. По сравнению с латунным сепаратором этот сепаратор удаляет частицы износа, тем самым увеличивая ресурс смазки.

Предельная скорость



Повышение температуры наружного кольца при смазывании консистентной смазкой



Характеристики сверхскоростных однорядных цилиндрических роликоподшипников серии ROBUST

· Низкий уровень тепловыделения

Внутренняя конструкция и улучшенный материал сепаратора обеспечивают низкий уровень тепловыделения.

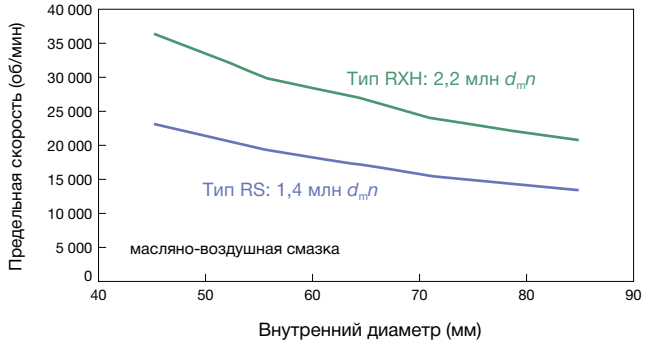
· Устойчивость к заеданию

Подшипники типов RX и RXH изготавливаются из стали SHX, благодаря чему улучшается сопротивляемость заеданию.

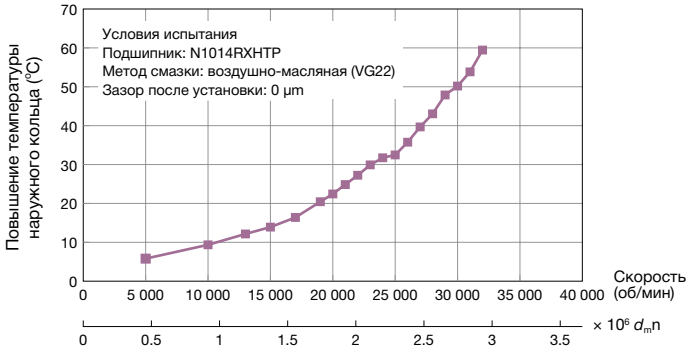
· Способность работы на высоких скоростях

Сепараторы подшипников типов RS, RX и RXH изготовлены из термостойкого материала ПЭЭК, предназначенного для работы на сверхвысоких скоростях (свыше 2,5 млн $d_m n$).

Предельная скорость



Повышение температуры при смазывании воздушно-масляной смазкой



Высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники

Подшипники с улучшенными рабочими характеристиками, сочетающие в себе способность работы на высоких скоростях и высокую жесткость – Серия ROBUST

Преимущества

1 Способность работы на высоких скоростях

2 Низкий уровень тепловыделения

3 Высокая точность

Высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники
Серия BTR10
Угол контакта 40°, высокая осевая жесткость и низкий уровень тепловыделения. Взаимозаменяемы с подшипниками серии TAC.

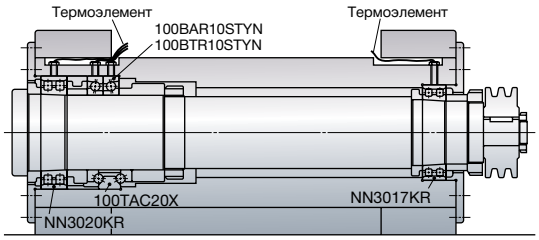
Высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники
Серия BAR10
Угол контакта 30° обеспечивает способность работы на высоких скоростях. Взаимозаменяемы с подшипниками серий BTR и TAC.

Двухрядные упорно-радиальные шарикоподшипники
Серия TAC
Угол контакта 60° и чрезвычайно высокая осевая жесткость.

Характеристики упорно-радиальных шарикоподшипников

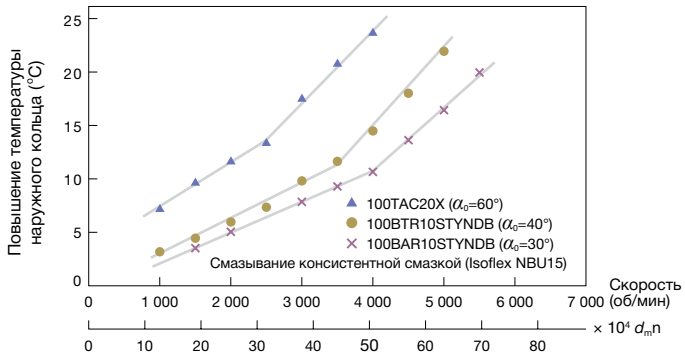
· **Высокая точность**
Благодаря высокой степени точности эти подшипники идеально подходят для применения в шпинделях токарных станков.

· **Взаимозаменяемость**
Для улучшения характеристик устойчивости шпинделя подшипники серий BTR и BAR могут заменяться подшипниками серии TAC при минимальной модификации шпинделя. (См. рисунок справа.)

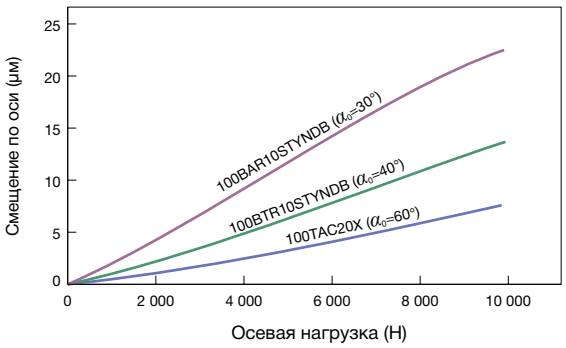


Конструкция испытательного механизма

Данные при смазывании консистентной смазкой



Осевая нагрузка и смещение по оси



Сверхточные радиально-упорные шарикоподшипники

Высокоточные и долговечные подшипники для шпинделей внутреннего шлифования – серия ROBUST (BGR)

Преимущества

1 Оптимальная внутренняя конструкция

2 Простое обращение благодаря неразъемной конструкции

3 Широкий выбор компоновки с универсальной комбинацией

Характеристики серии BGR

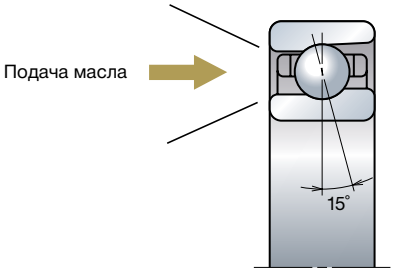
· Оптимальная конструкция
Оптимальная конструкция направляемого наружным кольцом сепаратора обеспечивает улучшенное смазывание подшипника. Для стабильной подачи смазки в подшипник заплечик внутреннего кольца ослаблен.

· Увеличенный срок службы
Термостойкая сталь SHX обеспечивает более длительный срок эксплуатации подшипника.

· Простое обращение
Неразъемная конструкция облегчает обращение с подшипником.

· Сверхвысокая точность
Изготавливаются по стандарту ISO класс 2 (ABMA ABEC9).

· Универсальная комбинация
Подшипники могут устанавливаться в обычных компоновках DB/DF/DT, а также в различных других.



Упорно-радиальные шарикоподшипники опор шарико-винтовых пар
(для применения в станках)

Специальные высокоэффективные подшипники с высокой жесткостью – серия TAC B

Преимущества

1. Увеличенный срок службы
2. Низкий крутящий момент
3. Простое обращение
4. Высокая точность

Характеристики подшипников опор шаровинтовых пар станков

· Увеличенный срок эксплуатации
Компоненты изготовлены из сверхчистой долговечной стали EP.

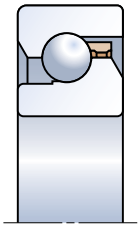
· Высокая жесткость
Специальная внутренняя конструкция (угол контакта 60° и большее количество шариков) обеспечивает высокую осевую жесткость.

· Низкий крутящий момент
Пусковой крутящий момент, меньший чем у конических и цилиндрических роликоподшипников, обеспечивает высокую точность вращения даже при малой мощности привода.

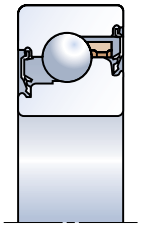
· Универсальная комбинация
Подшипники могут устанавливаться в обычной компоновке DB/DF/DT или в других вариациях. Также выпускаются подшипники, предварительно заполненные смазкой (смазочный материал Alvania №2).

· Простое обращение и улучшенная надежность
Новые серии с контактным уплотнением и водостойкой смазкой отличаются повышенной надежностью и более простым обращением. Стандартно эта серия имеет одиночную универсальную компоновку (SU).

· Высокая точность хода
Новый полиамидный сепаратор обеспечивает высокую точность хода.



Поперечное сечение
TAC B



С уплотнением
Поперечное сечение
TAC B

Специальная серия

Упорно-радиальные шарикоподшипники опор шарико-винтовых пар
(для установок инжекционного формования)

Благодаря применению этих специальных подшипников с улучшенными рабочими характеристиками можно упростить конструкцию установки и снизить затраты – серии TAC 02, 03

Преимущества

1. Экономия пространства и высокая грузоподъемность
2. Высокая надежность
3. Легкий уход
4. Благодаря оптимизированной конструкции сниженный крутящий момент

Характеристики подшипников опор шаровинтовых пар установок инжекционного прессования

· Высокая надежность

Конструкция с высокой грузоподъемностью обеспечивает в пять раз больший срок службы по сравнению с подшипниками аналогичных размеров серии TAC B.

· Простое обращение

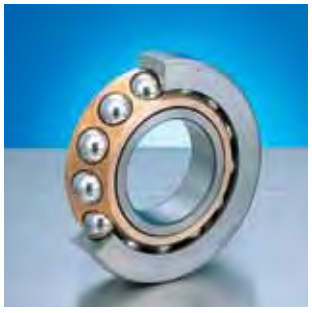
Неразъемная конструкция этих подшипников значительно упрощает уход за ними и их эксплуатацию по сравнению с коническими и упорными сферическими роликоподшипниками.

· Упрощенная конструкция способствует уменьшению затрат

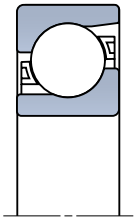
Преднатяг подшипника устанавливается заранее, поэтому установка занимает меньше времени и нет необходимости регулировать предварительную нагрузку. Конструкция специальных деталей для регулировки преднатяга становится необязательной, что способствует экономии времени и затрат.

· Низкий крутящий момент

Оптимальная внутренняя конструкция обеспечивает более низкий крутящий момент (т.е. в тех случаях, когда по причине больших нагрузок применяются роликовые подшипники, можно использовать подшипники этой серии, благодаря чему снизится крутящий момент, создаваемый роликовыми подшипниками).



Поперечное сечение подшипника для металлорежущих станков и литьевых установок



Поперечное сечение подшипника TAC03AT85

Специальная серия

Радиально-упорные шарикоподшипники с уплотнениями

Подходят для использования в шпинделях – серия ROBUST и Стандартная серия

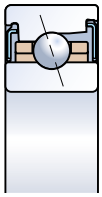
Характеристики радиально-упорных шарикоподшипников с уплотнениями

· Простота в обращении

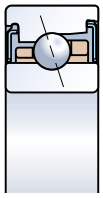
При монтаже шпинделя нет необходимости смазывать подшипник.

· Безвредны для окружающей среды

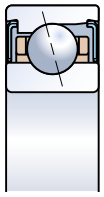
Герметичная конструкция удерживает смазку внутри подшипника.



Серия ROBUST, сепаратор T



Серия ROBUST, сепаратор TYN



Стандартная серия, сепаратор TR

Другие изделия

Прецизионные шайбы-уплотнения / герметичные промежуточные кольца

Герметичные промежуточные кольца устраняют возможность попадания загрязнений
Прецизионные промежуточные кольца для шпинделей станков

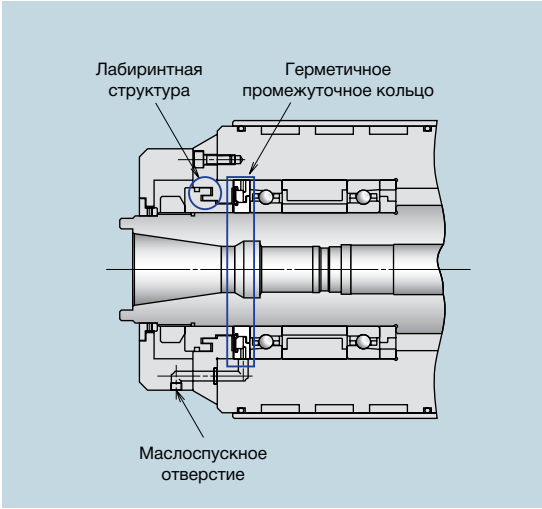
Характеристики герметичных промежуточных колец

· Безвредны для окружающей среды

Герметичная конструкция предотвращает утечку смазки.

· Высокая надежность

Сниженный уровень загрязнения пылью или охладительной жидкостью в шпинделях, смазываемых консистентной смазкой.



Высокоэффективные смазки для шпинделей станков

MTS, MTE, ENS

Характеристики смазок для шпинделей станков

MTS Содержит загуститель на основе мочевины и обеспечивает повышенную термостойкость. Рекомендуется для сверхскоростных шпинделей станков.

MTE Смазка, разработанная для операций с высокими нагрузками. Рекомендуется для высокоскоростных шпинделей станков.

ENS Экологически безопасная смазка благодаря способности к биологическому разложению.

Смазочные материалы MTE и MTS выпускаются в тюбиках по 100 г и банках по 1 кг; смазочный материал ENS – в банках по 2,5 кг.

Характеристики каждого типа смазочного материала

Элементы	Условия	MTS	MTE	ENS	Метод испытания
Загуститель	—	Мочевина	Соединение бария	Мочевина	—
Базовое масло	—	Смешанное синтетическое масло	Сложноэфирное синтетическое масло	Сложноэфирное синтетическое масло	—
Кинематическая вязкость базового масла (мм²/s)	40°C	22	23	32	JIS K2283
Пенетрация	25°C, 60 W	2–3	2	2	JIS K2220 (Clause7)
Температура каплепадения (°C)	—	> 220	> 200	> 260	JIS K2220 (Clause8)
Испаряемость (массовая доля,%)	99°C × 22 H	0.3	0.4	0.4	JIS K2220 (Clause10)
Выделение масла (массовая доля,%)	100°C × 24 H	0.4	1.0	1.1	JIS K2220 (Clause11)

Главное – правильно подобрать подшипник

Прецизионные подшипники должны обеспечивать высокую точность, высокую скорость вращения и высокую жесткость, необходимые для удовлетворения требований станочного оборудования. Поскольку каждый случай применения отличается своими уникальными требованиями, а каждый тип подшипника обладает отличными от других характеристиками, то крайне важно подобрать именно такой подшипник, который будет соответствовать специфическим требованиям конкретного применения.

Воспользуйтесь преимуществами службы технической поддержки NSK при выборе подшипника

Компания NSK оказывает своим покупателям активную поддержку при выборе подходящих подшипников, что обеспечивает получение наилучших эксплуатационных характеристик в каждом конкретном случае применения. При разработке нового шпинделя, предназначенного для сверхскоростных и других специализированных операций, а также просто при подборе подшипника обращайтесь к нашим техническим специалистам. Мы владеем опытом и знаниями в области технологии изготовления высокоскоростных, современных шпинделей, и хотим заверить Вас, что Вы получите высококачественные подшипники, наилучшим образом соответствующие Вашим условиям применения.

Более подробную информацию о новейших технологиях компании NSK Вы можете получить на нашем сайте, или позвонив нам прямо сейчас.

Веб-сайт NSK

http://nskeurope.ru

http://www.nsk.com

Часть 3

Оглавление

Часть 3. Выбор подшипника — 36

Типовые конструкции высокоскоростных шпинделей главного вала — 38

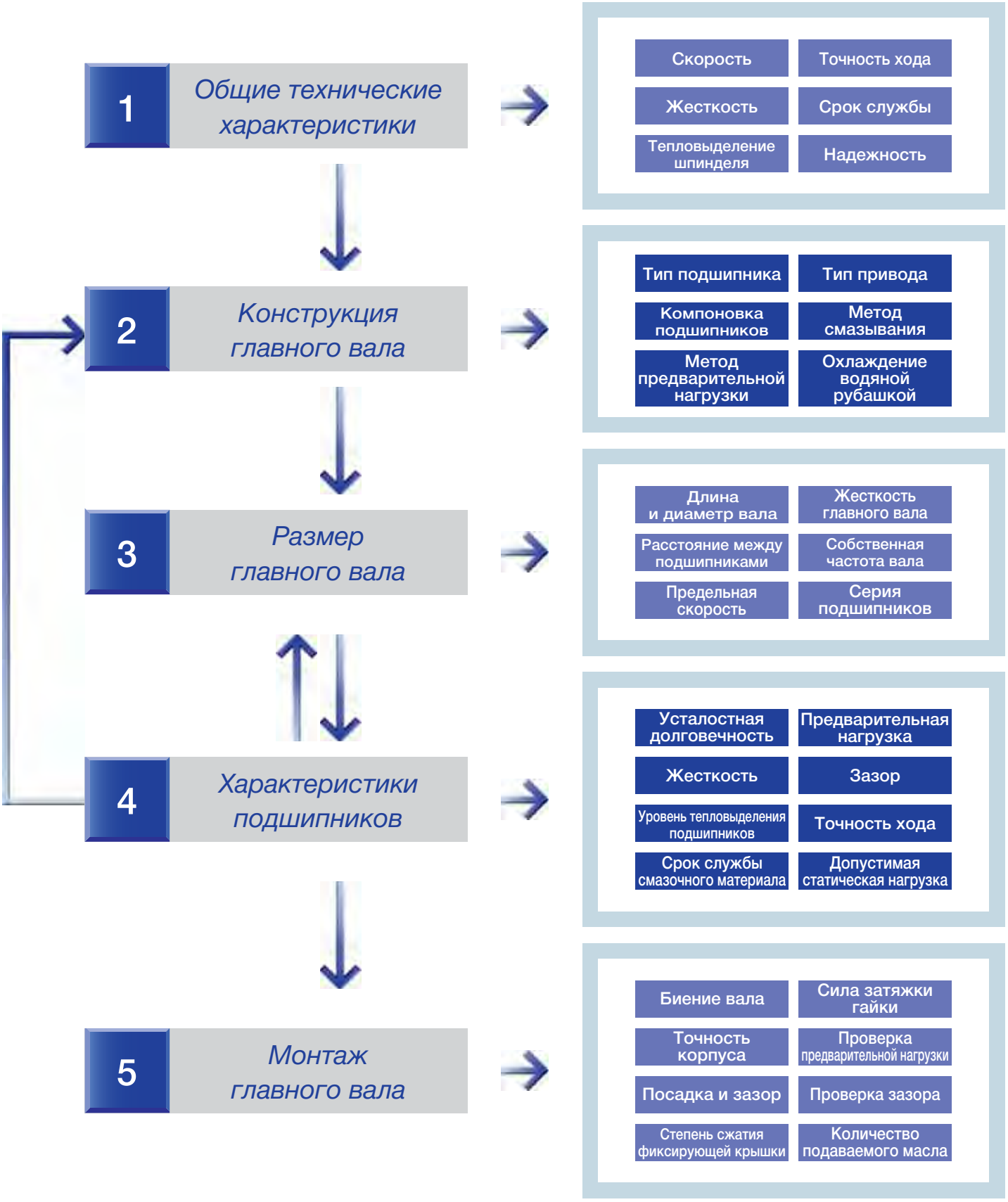
Другие конструкции шпинделей — 40

Свойства радиально-упорных шариковых подшипников — 42

Свойства цилиндрических роликовых подшипников — 44

Выбор подшипника

Нижеприведенная схема отражает пять этапов процесса подбора подшипников для применения в типовых высокоскоростных шпинделях, включая факторы, которые необходимо учитывать на каждом этапе процесса.



Если Вы разрабатываете новый шпиндель, высокоскоростной шпиндель или шпиндель для уникального специализированного применения, помните, что служба технической поддержки компании NSK всегда в вашем распоряжении. Мы предлагаем покупателям опыт и знания передовых технологий.

Если Вы конструируете новый шпиндель главного вала, мы рекомендуем тщательно проанализировать нужные Вам характеристики шпинделя перед тем, как выбирать для него подшипники. При конструировании шпинделя необходимо определить самую значимую рабочую характеристику. Например, следует решить, что важнее: частота вращения или жесткость. После того, как Вы определите приоритеты для рабочих характеристик, переходите к следующему шагу.

После выполнения анализа технических характеристик главного вала наступает следующая стадия: определение устройства главного вала. Для нахождения оптимального устройства следует уделить внимание каждому компоненту вала по отдельности: конструкции подшипников (шариковые или роликовые); компоновке (количество рядов); типу привода (ременный, редукторный электродвигатель, привод с непосредственным соединением валов или электрошпиндель); а также системе смазки (смазывание консистентной смазкой, воздушно-масляной, масляным туманом или разбрызгиванием). Убедитесь в том, что устройство вала сочетается с критериями и приоритетами, выявленными Вами в процессе анализа рабочих характеристик шпинделя.

Часть 3

После того, как Вы определили устройство вала, определите его размеры, включая диаметр, длину и расстояние между подшипниками. Размер главного вала обусловливает предельную скорость подшипников, жесткость главного вала и его собственную частоту. Поскольку размеры, тип и компоновка используемых подшипников, а также метод их смазывания влияют на предельную скорость вала, обратитесь к частям 4 и 5 данного руководства до того, как принять окончательное решение.

Часть 4
Часть 5

Выбрав размер и тип подшипников, следует определить их технические характеристики. Для того, чтобы подобрать подходящий зазор или предварительную нагрузку подшипников, необходимо учесть такие факторы, как усталостная долговечность, осевая и радиальная жесткость, а также уровень тепловыделения. Со всей тщательностью следует выбирать зазор и предварительную нагрузку, поскольку эти факторы имеют важнейшее влияние на общие рабочие характеристики шпинделя, особенно при выполнении высокоскоростных операций. Если предварительная нагрузка выбрана неправильно, это может вызвать такие проблемы, как ранний отказ или заедание. Прежде чем Вы разработаете наиболее точную конструкцию шпинделя, вам может понадобиться повторить шаг 3, а может даже и 2 и 3.

Часть 5

После того, как Вы установили технические характеристики главного вала, Вы переходите в завершающей стадии – определению метода монтажа. Определите посадку и зазор подшипников по отношению к валу и корпусу. Для закрепления подшипников применяйте надлежащую силу затяжки гайки. После монтажа подшипника дважды проверьте правильность установки преднатяга и зазора.

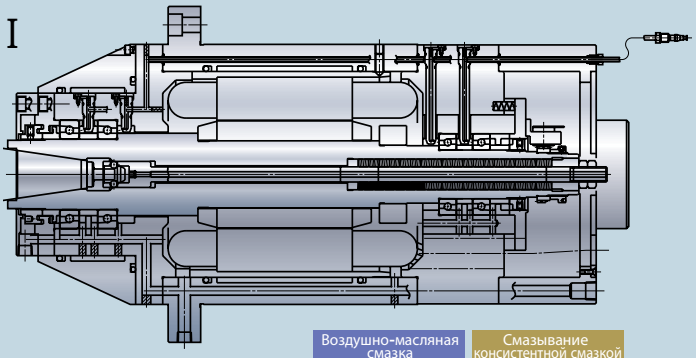
Часть 6

ТИПОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ШПИНДЕЛЕЙ

(работающих при скоростях свыше 0,7 млн $d_m n$)

Частота вращения ($d_m n$)

I



Воздушно-масляная смазка $d_m n$ 3.5M

Смазывание консистентной смазкой $d_m n$ 2.0M

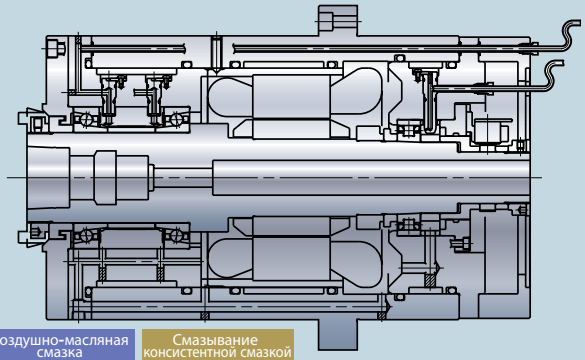
Компоновка подшипников I

Передняя опора: дуплексная компоновка из сверхскоростных радиально-упорных шариковых подшипников (DT)
Задняя опора: дуплексная компоновка из сверхскоростных радиально-упорных шариковых подшипников (DT)

Шпиндели с такой компоновкой подходят для выполнения сверхскоростных операций. В этом случае преднатяг устанавливается методом постоянного давления. Несмотря на то, что у этого шпинделя снижена жесткость, он имеет отличные скоростные характеристики в сочетании с пониженным уровнем тепловыделения по сравнению со шпинделем с позиционным преднатягом.

Области применения: центры механообработки, шлифовальные станки, высокоскоростные шпиндели и т.д.

II



Воздушно-масляная смазка $d_m n$ 2.5M

Смазывание консистентной смазкой $d_m n$ 1.5M

Компоновка подшипников II

Передняя опора: дуплексная компоновка из сверхскоростных радиально-упорных шариковых подшипников (DB).
Задняя опора: сверхскоростной однорядный цилиндрический роликоподшипник (в случае применения радиально-упорных шарикоподшипников возможен либо позиционный преднатяг, либо преднатяг при постоянном давлении)

Шпиндели с такой компоновкой подходят для выполнения сверхскоростных операций. В этом случае применяется позиционный преднатяг. Шпиндели достигают более высокой радиальной и осевой жесткости по сравнению со шпинделями с компоновкой подшипников I. Для обеспечения лучших характеристик скольжения в задней опоре шпинделя возможно использование цилиндрического роликоподшипника.

Области применения: центры механообработки, шлифовальные станки, высокоскоростные шпиндели и т.д.

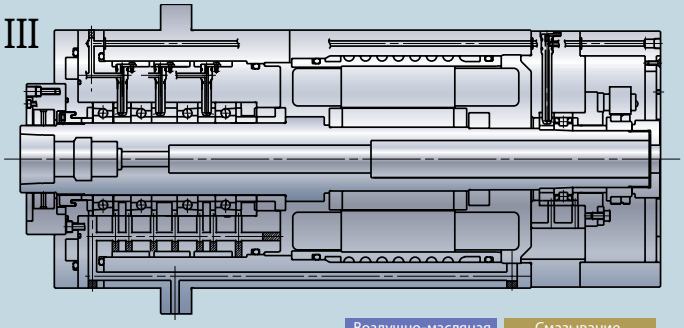
Компоновка подшипников III

Передняя опора: четверная компоновка из сверхскоростных радиально-упорных шариковых подшипников (DBB)
Задняя опора: сверхскоростной однорядный цилиндрический роликоподшипник (в случае применения радиально-упорных шарикоподшипников возможен либо позиционный преднатяг, либо преднатяг при постоянном давлении)

По сравнению с компоновкой II, эта компоновка подшипников в шпинделе обеспечивает повышенную радиальную и осевую жесткость, но при сниженных скоростных возможностях.

Области применения: токарные станки с ЧПУ, фрезерные станки, центры механообработки и т.д.

III



Воздушно-масляная смазка $d_m n$ 2.2M

Смазывание консистентной смазкой $d_m n$ 1.3M

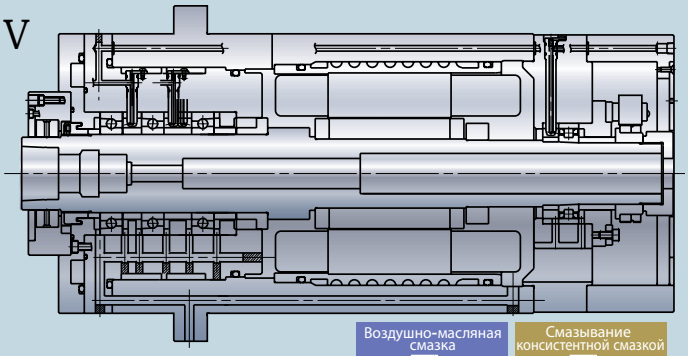
Компоновка подшипников V

Передняя опора: триплексная компоновка из сверхскоростных радиально-упорных шариковых подшипников (DBD)
Задняя опора: сверхскоростной однорядный цилиндрический роликоподшипник (в случае применения радиально-упорных шарикоподшипников возможен либо позиционный преднатяг, либо преднатяг при постоянном давлении)

Шпиндели с такой компоновкой обладают сниженными скоростными характеристиками и повышенной радиальной и осевой жесткостью по сравнению с компоновкой II, а также меньшей скоростью и жесткостью по сравнению с компоновками III и IV.

Области применения: токарные станки с ЧПУ, фрезерные станки, центры механообработки и т.д.

V

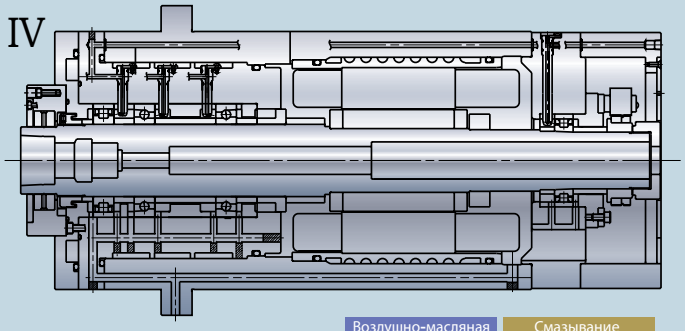


Воздушно-масляная смазка $d_m n$ 1.8M

Смазывание консистентной смазкой $d_m n$ 1.2M

Жесткость главного вала

IV



Воздушно-масляная смазка $d_m n$ 2.2M

Смазывание консистентной смазкой $d_m n$ 1.3M

Компоновка подшипников IV

Передняя опора: сверхскоростной однорядный цилиндрический роликовый подшипник, дуплексная компоновка из радиально-упорных шариковых подшипников (DB)

Задняя опора: сверхскоростной однорядный цилиндрический роликоподшипник (в случае применения радиально-упорных шарикоподшипников возможен либо позиционный преднатяг, либо преднатяг при постоянном давлении)

Шпиндели с такой компоновкой обладают высокой скоростью аналогично шпинделям с подшипниковым узлом III. Высокая радиальная жесткость за счет устанавливаемого на переднюю опору цилиндрического роликоподшипника обеспечивает одновременно и высокоскоростную обработку, и снятие больших припусков.

Области применения: токарные станки с ЧПУ, фрезерные станки, центры механообработки и т.д.

Компоновка подшипников VI

Передняя опора: высокожесткий двухрядный цилиндрический роликовый подшипник, дуплексная компоновка из радиально-упорных шариковых подшипников (DB)

Задняя опора: высокожесткий двухрядный цилиндрический роликовый подшипник

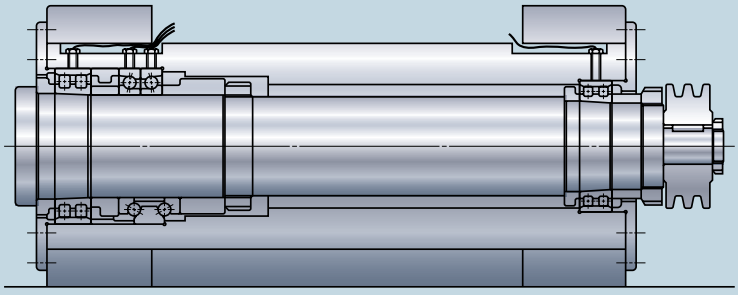
Несмотря на то, что этот шпиндель обладает сниженным быстродействием, радиальная и осевая жесткость у него высочайшие.

Области применения: токарные станки с ЧПУ, фрезерные станки, центры механообработки и т.д.

VI

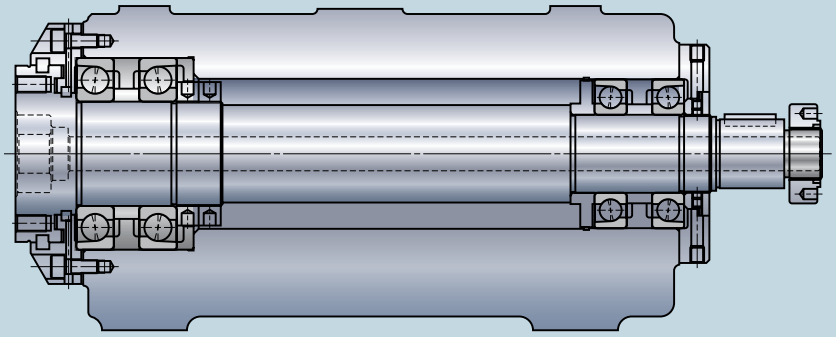
Воздушно-масляная смазка $d_m n$ 1.0M

Смазывание консистентной смазкой $d_m n$ 0.8M

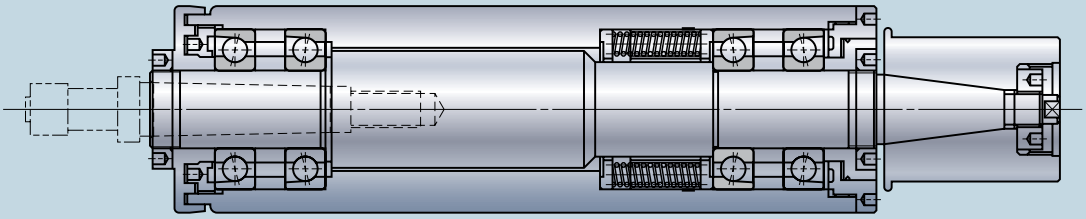


ДРУГИЕ КОНСТРУКЦИИ ШПИНДЕЛЕЙ

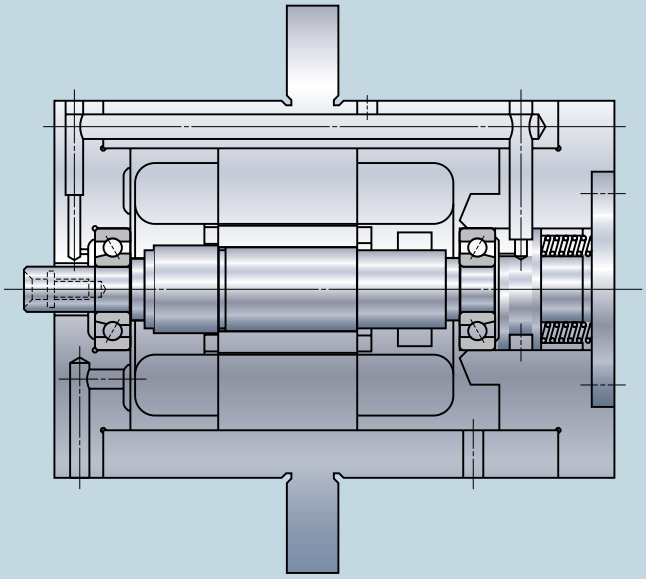
Вращатель



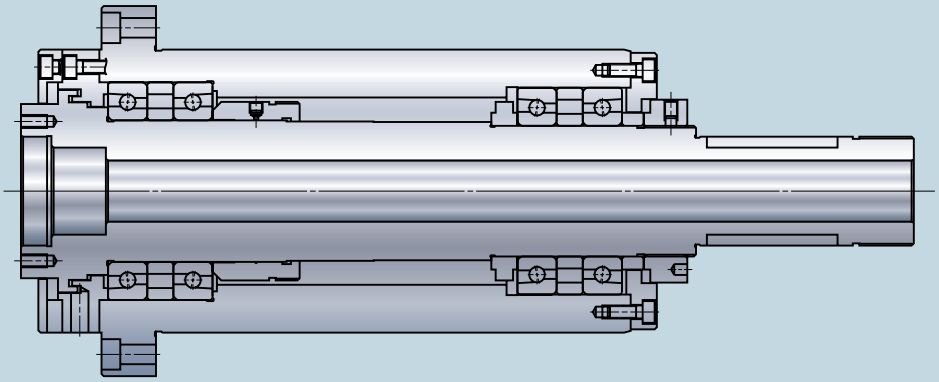
Шлифовальный шпиндель



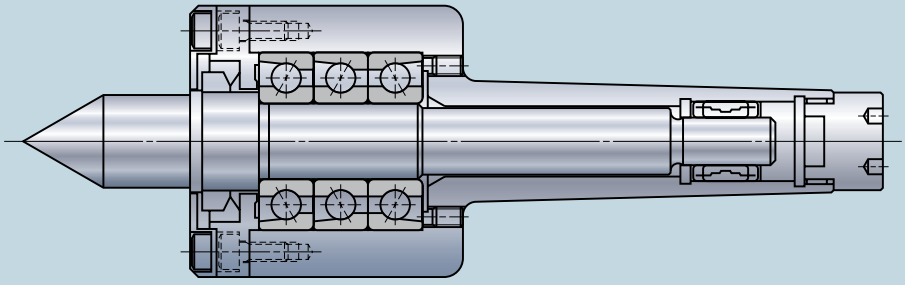
Высокоскоростной шпиндель



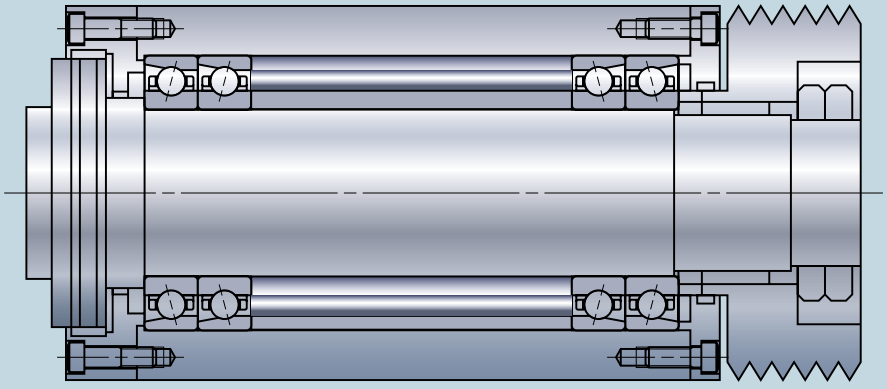
Высокоточный шпиндель токарного станка



Вращающийся центр



Шпиндель рабочей головки

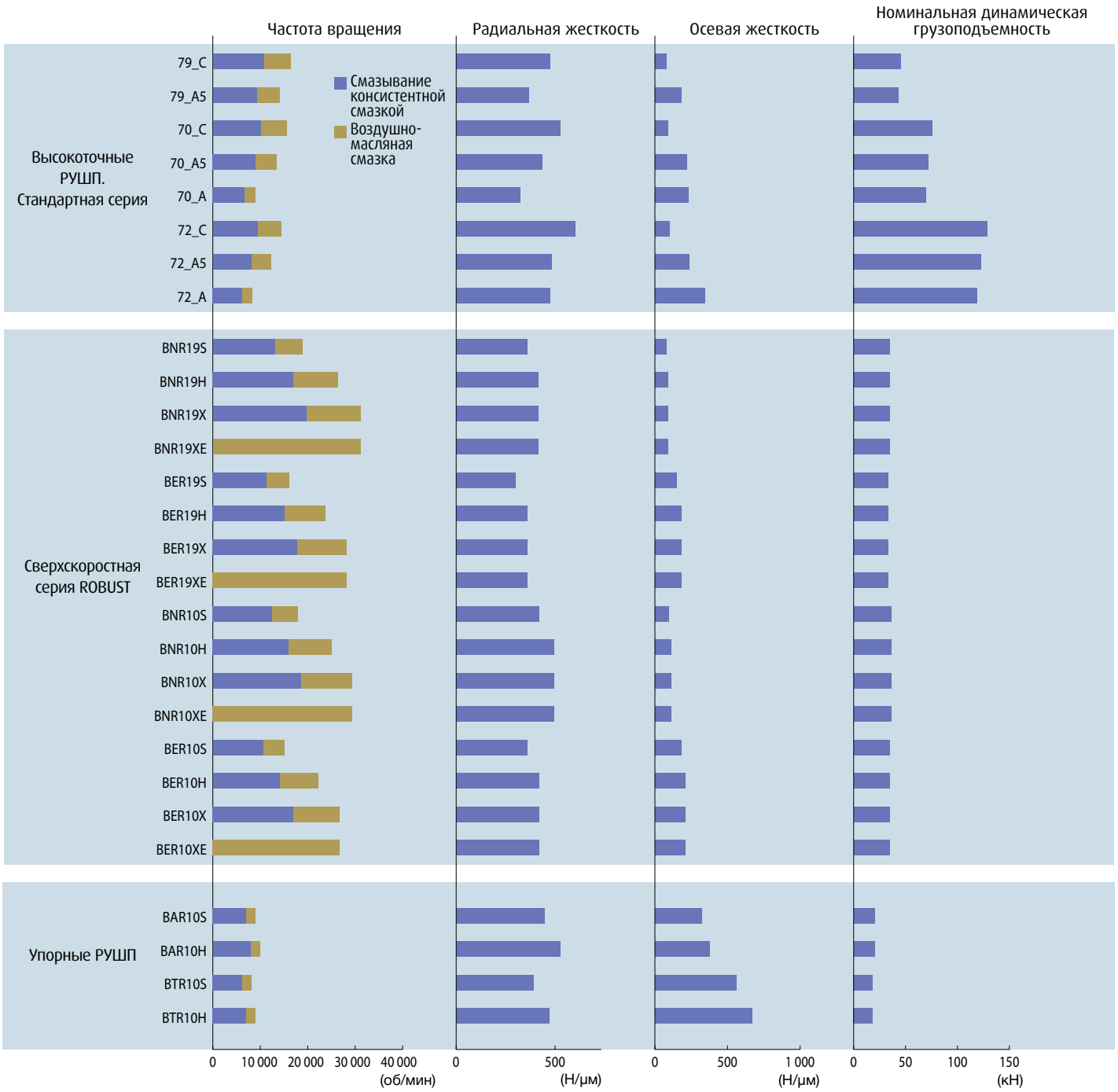


Основные свойства РУШП

- Предопределенный угол контакта
- Применение в подходящих компоновках с предварительной нагрузкой

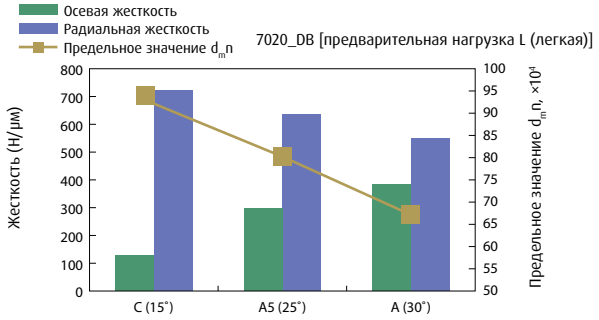
При выборе радиально-упорных шарикоподшипников необходимо принимать во внимание указанные свойства, поскольку каждый РУШП обладает индивидуальными характеристиками.
Чтобы выбрать наиболее подходящий для условий применения РУШП, необходимо учитывать, какое влияние оказывает изменение угла контакта и предварительного натяга на рабочие характеристики подшипника. Приведенные ниже графики отражают сравнительные характеристики по каждому типу РУШП (по сериям и размерным сериям) в зависимости от угла контакта, предварительной нагрузки и компоновки.

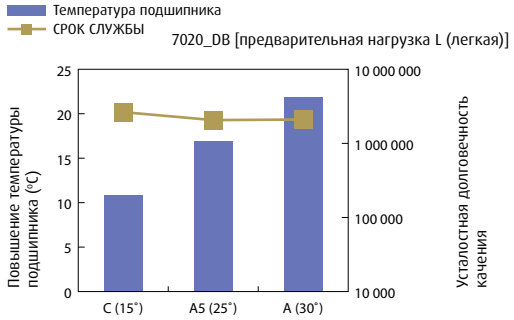
Сравнение рабочих характеристик по типам подшипников (внутренний диаметр 70мм, компоновка DB, преднатяг L (легкий)



Влияние угла контакта

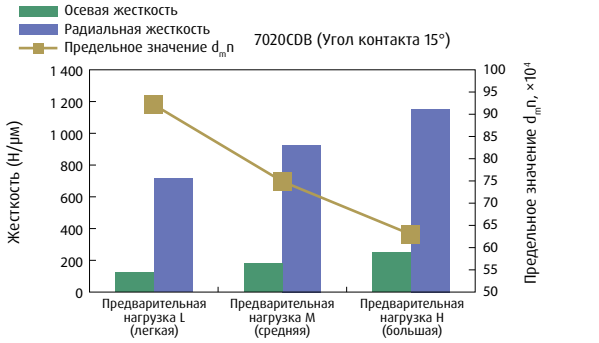
По мере увеличения угла контакта у радиально-упорных шариковых подшипников увеличивается осевая грузоподъемность, но ухудшаются скоростные характеристики. Таким образом, РУШП с меньшим углом контакта больше подходят для высокоскоростных операций и применений с высокой радиальной нагрузкой. На схеме ниже сравниваются жесткость, предельная скорость и повышение температуры радиально-упорного шарикового подшипника 7020 с различными углами контакта: угол C (15°), угол A5 (25°) и угол A (30°). При одном и том же легком уровне предварительной нагрузки (L) подшипник с углом C обладает повышенной радиальной жесткостью при меньшей степени повышения температуры по сравнению с подшипником с углом контакта A. Подшипник с углом A обладает наивысшей осевой жесткостью, которая в три раза превышает осевую жесткость подшипника с углом C, но его предельная скорость ниже, чем у остальных.

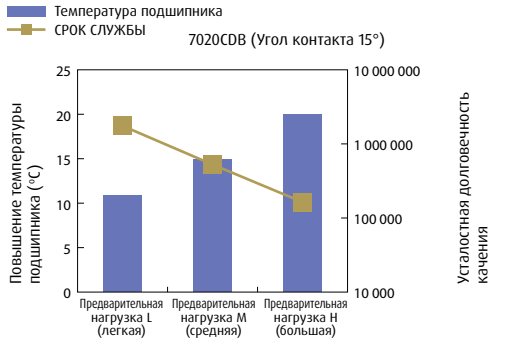




Влияние предварительного натяга

Предварительная нагрузка влияет на эксплуатационные характеристики РУШП в той же мере, что и угол контакта. По мере увеличения предварительной нагрузки увеличивается жесткость, но ухудшаются скоростные характеристики. Компания NSK установила следующие значения уровней стандартной предварительной нагрузки: сверхлегкая (EL), легкая (L), средняя (M) и большая (H). На приведенном ниже графике сравниваются эксплуатационные характеристики подшипника 7020CDB при применении каждого уровня преднатяга. Даже при том, что угол контакта остается постоянным, при увеличении предварительной нагрузки повышается как осевая, так и радиальная жесткость. Однако поднимается и температура, вследствие чего снижаются предельная скорость и расчетная долговечность. Для сохранения высокой жесткости необходимо пожертвовать повышенной скоростью. Аналогичным образом, для достижения повышенной скорости нужно пожертвовать высокой жесткостью. Следует делать это с осторожностью. Если слишком большой преднатяг сочетается с высокой скоростью работы, то появляется вероятность заедания.



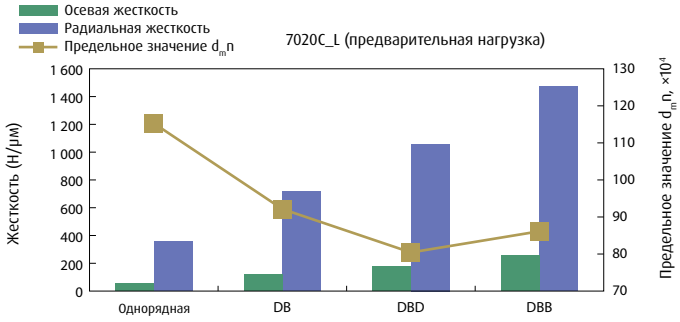


Влияние компоновки подшипников

Обычно РУШП применяются в составе компоновок подшипников. Существуют три типа комбинаций – „спина к спине" (DB), „торец к торцу" (DF) и „тандемная" (DT).

Наиболее распространенными компоновками подшипников являются двухрядная, трехрядная и четырехрядная.

Если комбинация остается постоянной, а количество рядов увеличивается, то повышаются жесткость и грузоподъемность, но снижается предельная скорость.

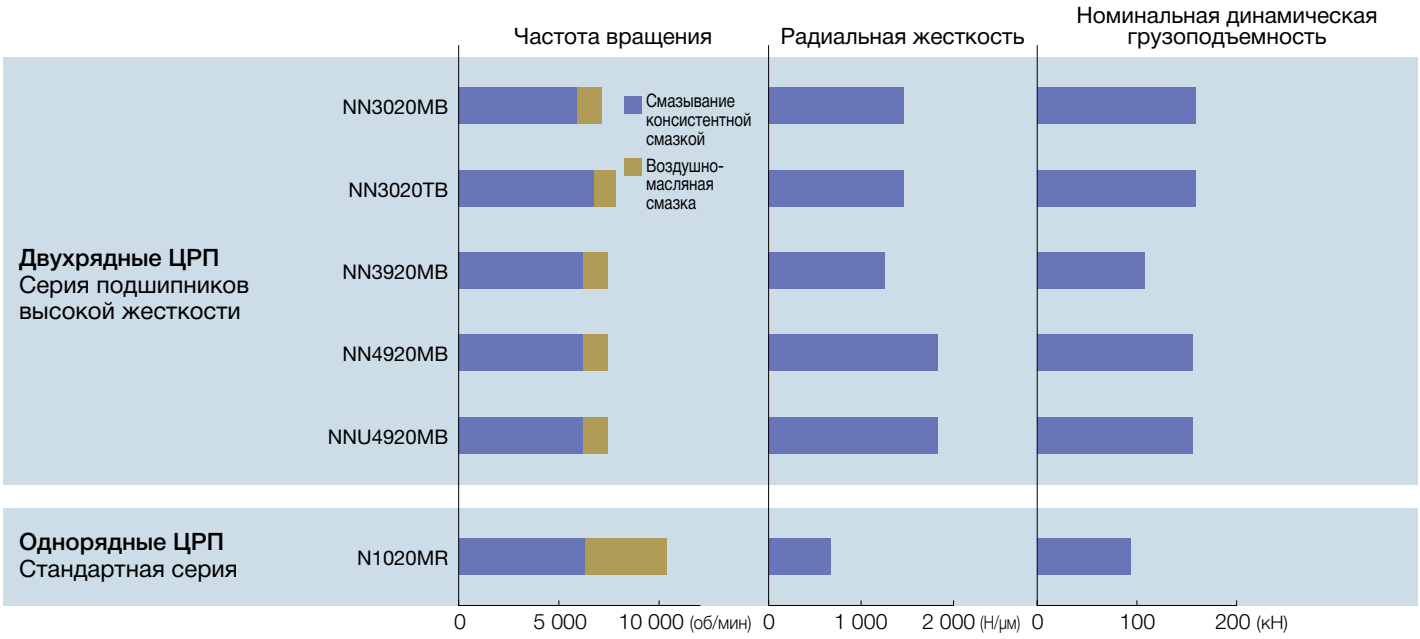


Цилиндрические роликовые подшипники (ЦРП)

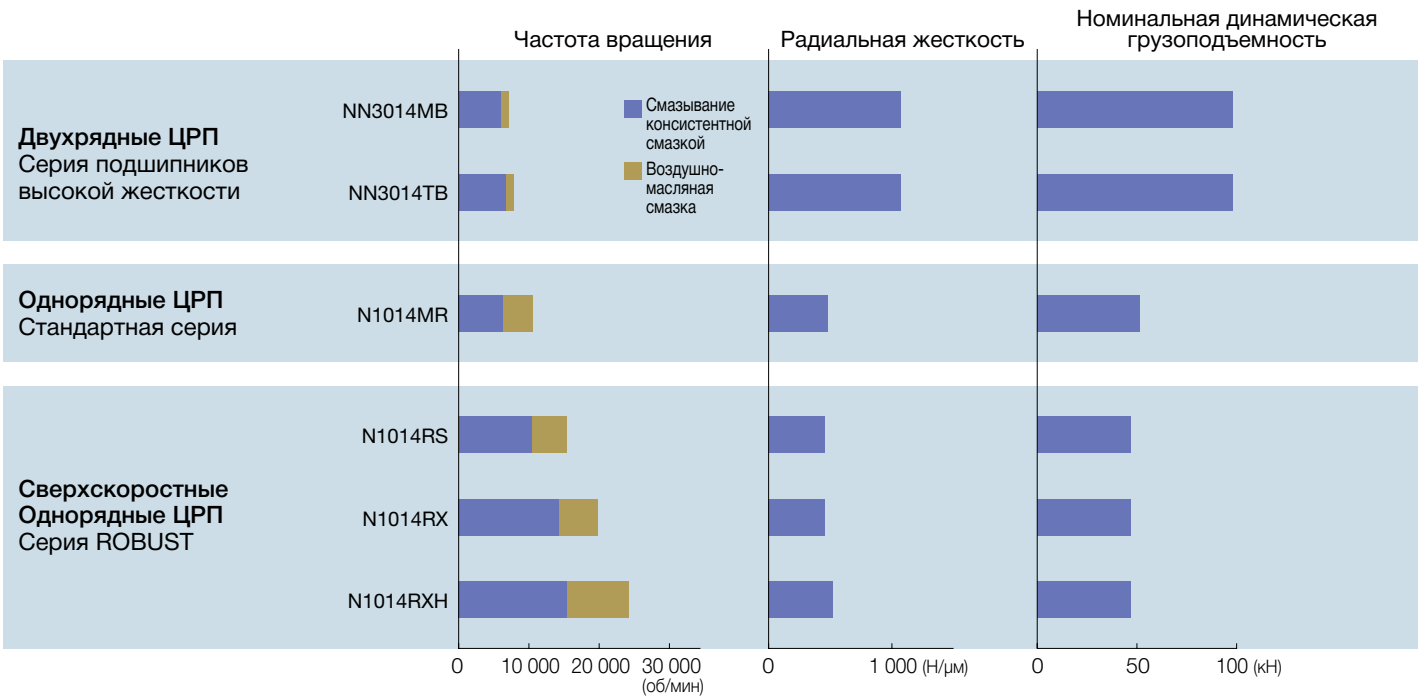
В отличие от РУШП цилиндрические роликоподшипники могут воспринимать только радиальные нагрузки, однако при этом обладают большей номинальной грузоподъемностью. Мы предлагаем двухрядные цилиндрические роликоподшипники (конструкции NN и NNU) и однорядные ЦРП (конструкции N).

Как правило, двухрядные цилиндрические роликоподшипники применяются в таких условиях, когда требуется повышенная жесткость, например, в токарных станках, тогда как однорядные ЦРП подходят для высокоскоростного применения, например, в обрабатывающих центрах. Приведенные ниже графики отражают рабочие характеристики цилиндрических роликоподшипников в зависимости от типа (однорядные или двухрядные) и радиального зазора.

Сравнение эксплуатационных характеристик ЦРП (внутренний диаметр 100мм)

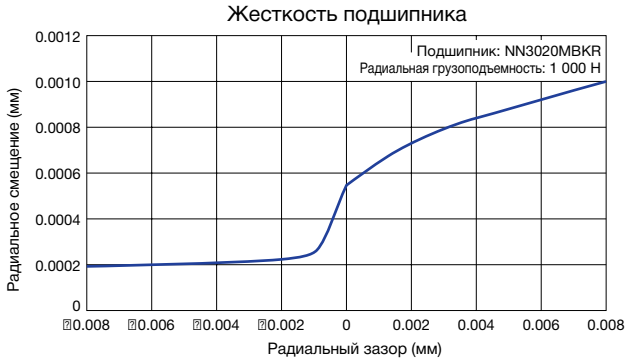


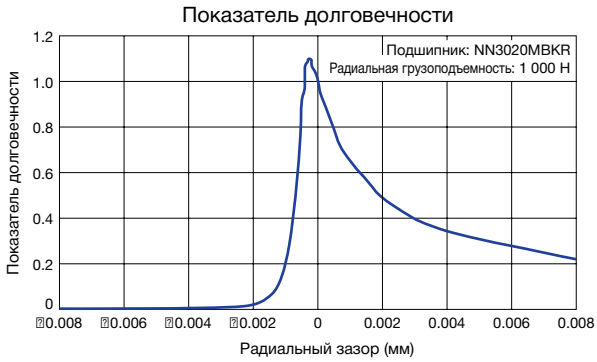
Сравнение эксплуатационных характеристик ЦРП (внутренний диаметр 70мм)



Влияние радиального зазора

При применении цилиндрических роликоподшипников важно контролировать радиальный зазор, поскольку он оказывает самое значительное влияние на рабочие характеристики подшипника.
По мере увеличения радиального зазора снижаются как жесткость, так и расчетная усталостная долговечность. При большем радиальном зазоре также во время операции уменьшается и тепловыделение. И наоборот, как показано на схеме ниже, если радиальный зазор оказывается меньше -0,003мм, жесткость не повышается, а расчетная усталостная долговечность продолжает снижаться. Таким образом, оптимальный зазор для достижения высокой жесткости и долговечности равен нулю или небольшому отрицательному числу. В случае эксплуатации при высоких скоростях зазор необходимо контролировать в процессе работы. Правильная регулировка радиального зазора уже установленного подшипника помогает компенсировать воздействие высоких скоростей.

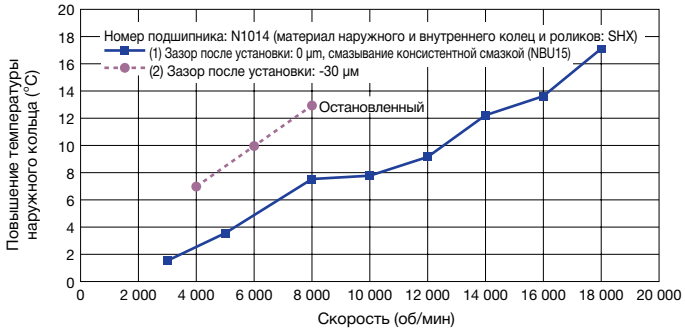




Взаимосвязь между радиальным зазором и повышением температуры

На рисунке справа показаны результаты испытания на повышение температуры ЦРП.
Радиальный зазор после установки
Подшипник (1): 0 μм
Подшипник (2): –30 μм

Температура подшипника (2) повышается сильнее, а предельная скорость ниже, чем у подшипника (1), что явно показывает важность надлежащего контроля зазора.



ЦРП с коническим отверстием применяется для контролирования радиального зазора при монтаже шпинделя, поскольку радиальный зазор легко регулируется до любого значения. Для ЦРП с коническим отверстием распространенными классами несмонтированного неизменяемого радиального зазора являются CC9, CC0 и CC1.
Специфические характеристики каждого класса описываются ниже.

Зазоры, рекомендуемые NSK

· Зазор CC0

Согласованный диапазон зазоров менее CC1. Диапазон перекрывает наибольшие значения CC9 и наименьшие CC1. Поскольку получение такого зазора не сложно для потребителей, его рекомендуют для ЦРП с коническим отверстием.

· Зазор CC1

Согласованный диапазон зазоров, превышающий значения CC0. Не будучи стандартным, он тем не менее наиболее распространен в отрасли. Когда зазор приобретает максимальное значение, требуется с особой тщательностью обеспечить расширение внутреннего кольца. Если это будет сделано некорректно, а площадь поперечного сечения шпинделя мала, то может произойти деформация подшипника или вала.

· Зазор CC9

Согласованный диапазон зазоров, не превышающий значений CC0. Такой зазор поможет избежать потенциальной деформации внутреннего кольца или вала, если расширение внутреннего кольца имеет небольшой допуск. Поскольку радиальный зазор сокращается до минимального, контакт внутреннего кольца и вала уменьшается. В высокоскоростных применениях это может вызвать отсоединение внутреннего кольца от вала и последующие повреждения при проскальзывании.

1. РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ШАРИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники

Стандартная серия

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники

Серия ROBUST

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники

Серия Spinshot™ II

Сверхвысокоточные радиально-упорные шариковые подшипники

Серия BGR

Радиально-упорные

Радиально-упорные шариковые подшипники

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия) 48-60

- **Характеристики**
- **Система обозначений**
- **Таблицы подшипников**
  - Миниатюрная серия, серия BSA для опор шариковинтовых пар
  - Серия 79
  - Серия 70
  - Серия 72

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (Серия ROBUST) 62-79

- **Характеристики**
- **Система обозначений**
- **Таблицы подшипников**
  - Серия BNR19, BER19
  - Серия BNR10, BER10
  - Серия BNR19XE/10XE, BER19XE/10XE (Spinshot™ II)
  - Серия BNR29, BER29 (Широкая серия)
  - Серия BNR20, BER20 (Широкая серия)

Сверхточные радиально-упорные шарикоподшипники (Серия ROBUST – BGR) 80-84

- **Характеристики**
- **Система обозначений**
- **Таблицы подшипников**
  - Серия BGR19
  - Серия BGR10
  - Серия BGR02

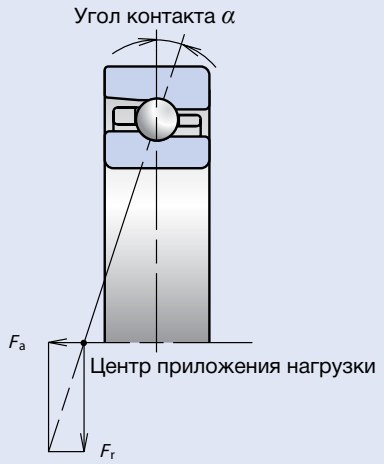
шариковые подшипники

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия)

Характеристики

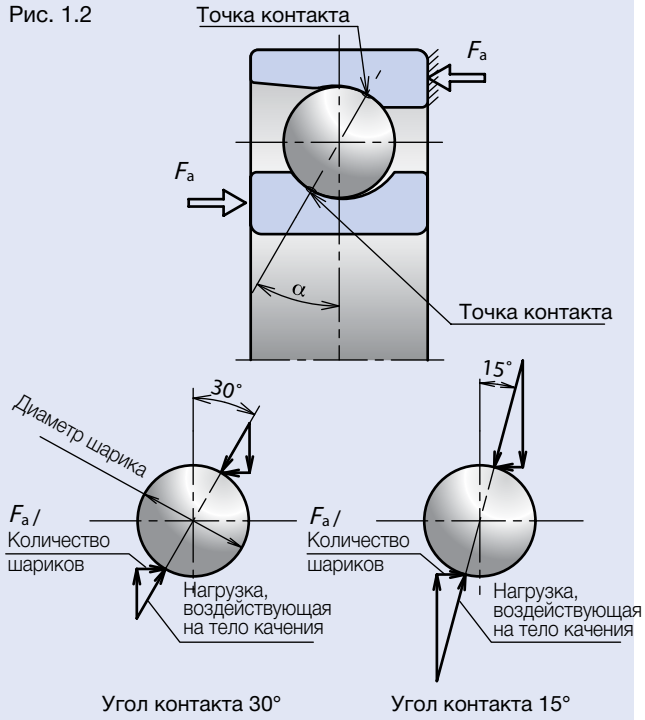
Однорядные радиально-упорные шариковые подшипники имеют соединяющую точки контакта линию, проведенную в радиальном направлении и называемую углом контакта. Угол контакта позволяет этим подшипники воспринимать радиальные нагрузки, односторонние осевые нагрузки и их сочетания. Кроме того, поскольку во время приложения радиальной нагрузки появляется осевая составляющая, такие подшипники широко используются в парах, триплексных компоновках, четверных и мультиплексных компоновках.

Рис. 1.1



Угол контакта

Рис. 1.2



Во время приложения нагрузки на радиально-упорный шарикоподшипник, в результате изменения условий нагрузки шариков, внутреннего и наружного колец в соответствии с углом контакта подшипника, изменяется упругая деформация и степень напряжения в точке контакта.

На рис. 1.2 изображено воздействие нагрузок на два элемента качения для углов контакта в 30° и в 15°. Зависимость между осевой нагрузкой, прилагаемой к подшипнику, и результирующей нагрузкой, воздействующей на элемент качения, можно сформулировать следующим образом:

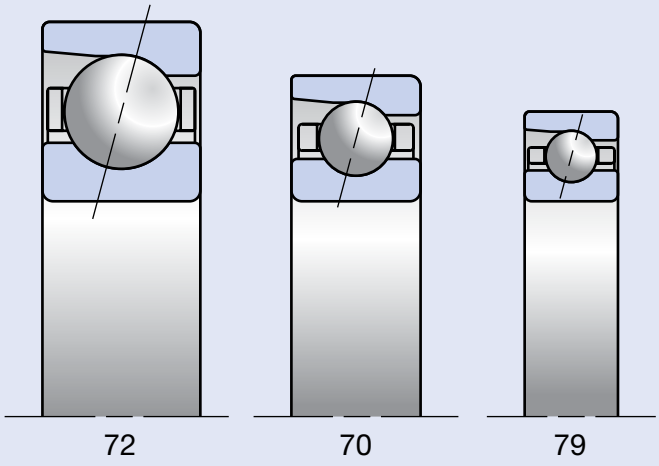
$$F_a/(\text{Количество шариков} \times \sin\alpha).$$

Отсюда следует, что чем больше угол контакта, тем меньше оказывается нагрузка, воздействующая на тело качения. Нагрузка на точку контакта и вызываемая ей деформация уменьшаются, что способствует увеличению срока службы подшипника. Чем меньше угол контакта во время приложения радиальной нагрузки, тем меньшей оказывается нагрузка, воздействующая на тело качения, что способствует уменьшению нагрузки на точку контакта.

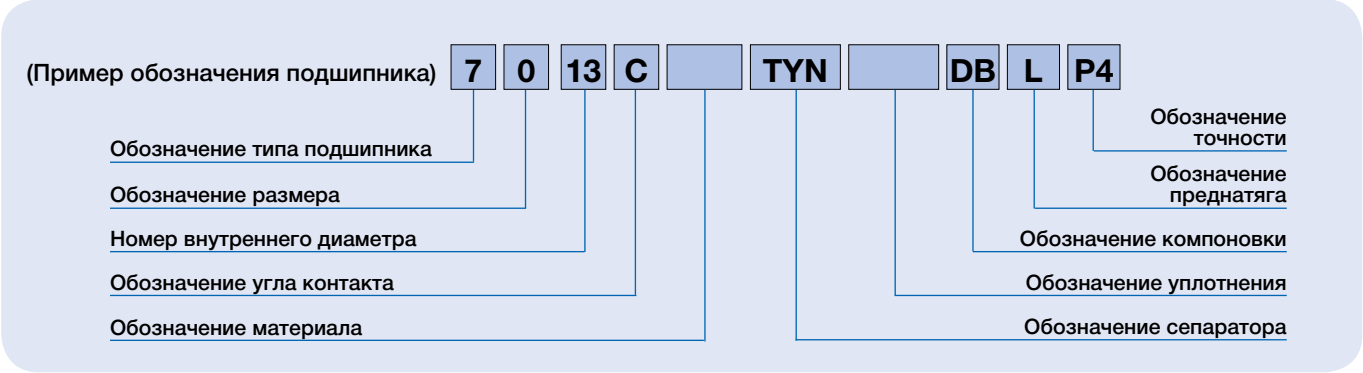
(Характеристики углов контакта см. на стр. 42–43.)

Размерные серии

Рис. 1.3



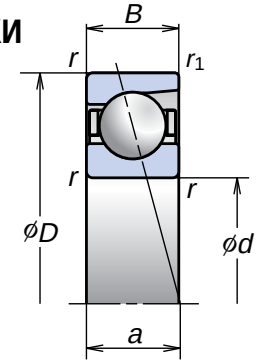
Система обозначения высокоточных радиально-упорных шариковых подшипников



			Справочные страницы
7	Тип подшипника	7: Однорядный радиально-упорный шариковый подшипник	42-43, 48
0	Размеры	9: серия 19, 0: серия 10, 2: серия 02	42-43, 48
13	Номер внутреннего диаметра	Менее 03, Внутренний диаметр подшипника 00: 10 мм, 01: 12 мм 02: 15 мм, 03: 17 мм Свыше 04, Внутренний диаметр подшипника – номер диаметра x5 (мм)	50-60
C	Угол контакта	C: 15° A5: 25° A: 30°	42-43, 48
	Код материала	Символ отсутствует: подшипниковая сталь (SUJ2) SN24: керамический шарик (Si_3N_4) (1)	14-17
TYN	Сепаратор	TYN: направляемый шариками полиамидный сепаратор; предельная скорость $d_m n$ = 1 400 000; предельная рабочая температура = 120°C TR: направляемый наружным кольцом сепаратор из фенольно-альдегидного полимера; предельная рабочая температура = 120°C	18-19
	Уплотнение	Символ отсутствует: открытый тип V1V: неконтактное резиновое уплотнение (2)	32
DB	Компоновка	SU: универсальная компоновка (однорядная) - 1 подшипник DU: универсальная компоновка (двухрядная) - 2 подшипника DB: компоновка "спина к спине" - 2 подшипника DF: компоновка "лицо к лицу" - 2 подшипника DT: "тандемная" компоновка - 2 подшипника DBD, DFD, DTD, DUD: триплексные компоновки - 3 подшипника DBB, DFF, DBT, DFT, DTT, QU: квадруплексные компоновки – 4 подшипника	42-43 148-151
L	Преднатяг	EL: сверхлегкий преднатяг, L: легкий преднатяг, M: средний преднатяг, H: большой преднатяг CP: специальный преднатяг, CA: специальный осевой зазор	42-43 152-160
P4	Точность	P2: MOC Класс 2, P4: MOC Класс 4, P5: MOC Класс 5 P3: специальный класс (точность размеров: MOC Класс 4; точность вращения: MOC Класс 2) P4Y: специальный класс (внутренний и наружный диаметры представлены исключительно NSK. Все остальные – класс 4 ISO.)	151 176-179

(1) Соответствующие номера радиально-упорных шарикоподшипников с керамическими шариками – 79, 70: Внутренний диаметр =ϕ10-100 мм.
(2) Радиально-упорные шарикоподшипники с уплотнениями стандартизированы под компоновку SU и класс 3 ISO. Соответствующие номера радиально-упорных подшипников с уплотнениями – 79, 70: Внутренний диаметр = ϕ30-100 мм.

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Миниатюрная серия)



Серия 70
Серия 72

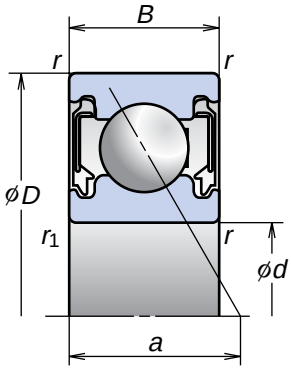
Внутренний диаметр 5-8 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (г)	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	D	B	r (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		a	(примерно)	Консистентная смазка	Масло
725C	**5**	**16**	**5**	0.3	0.15	1.700	0.660	0.545	3.91	4.5	110 000	167 000
725A	**5**	**16**	**5**	0.3	0.15	1.610	0.620	0.665	5.53	4.5	72 000	96 000
706C	**6**	**17**	**6**	0.3	0.15	2.150	0.845	0.765	4.54	5.5	100 000	153 000
706A	**6**	**17**	**6**	0.3	0.15	2.030	0.795	0.725	6.32	5.5	66 000	87 000
726C	**6**	**19**	**6**	0.3	0.15	2.390	1.000	0.835	4.67	7.8	92 000	140 000
726A	**6**	**19**	**6**	0.3	0.15	2.240	0.940	0.395	6.61	7.8	60 000	80 000
707C	**7**	**19**	**6**	0.3	0.15	2.390	1.000	0.835	4.67	7.4	89 000	135 000
707A	**7**	**19**	**6**	0.3	0.15	2.240	0.940	0.375	6.61	7.4	58 000	77 000
708C	**8**	**22**	**7**	0.3	0.15	3.550	1.540	1.300	5.51	12.0	77 000	117 000
708A	**8**	**22**	**7**	0.3	0.15	3.350	1.450	1.020	7.84	12.0	50 000	67 000
728C	**8**	**24**	**8**	0.3	0.15	3.600	1.580	1.330	6.14	16.0	72 000	110 000
728A	**8**	**24**	**8**	0.3	0.15	3.350	1.480	0.610	8.62	16.0	47 000	63 000

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.
(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170. При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,25 раз больше, чем для стальных шариков.

Примечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°
Номера подшипников с суффиксом "A": номинальный угол контакта 30°

Высокоточные радиально-упорные шарикоподшипники (Серия BSA для опор шариковинтовых пар)



Серия 10

Внутренний диаметр 8-15 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (г)	Предельные скорости (2) (об\мин)
	d	D	B	r (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		a	(примерно)	Консистентная смазка
8BSA10T1X	**8**	**22**	**7**	0.3	0.15	2.350	0.840	0.805	12.2	11.0	40 000
10BSA10T1X	**10**	**26**	**8**	0.3	0.15	3.250	1.200	0.960	14.4	16.6	33 300
12BSA10T1X	**12**	**28**	**9**	0.3	0.15	3.600	1.430	1.710	16.0	18.7	30 000
15BSA10T1X	**15**	**32**	**10**	0.3	0.15	3.900	1.690	1.950	18.6	27.7	25 500

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.
(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170. При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,25 раз больше, чем для стальных шариков.

Примечание: Подшипник типа BSA: номинальный угол контакта 30°.

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия)

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . 139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Серия 79

Внутренний диаметр 10-55 мм

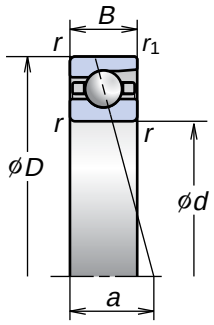
Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Коэффициент	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		f_0	*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
7900C	**10**	**22**	**6**	0.3	0.15	3.00	1.52	1.23	14.1	5.1	0.010	–	71 900	109 400
7900A5	**10**	**22**	**6**	0.3	0.15	2.88	1.45	1.44	–	6.7	0.009	–	62 500	93 800
7901C	**12**	**24**	**6**	0.3	0.15	3.35	1.86	1.45	14.7	5.4	0.011	–	63 900	97 300
7901A5	**12**	**24**	**6**	0.3	0.15	3.20	1.77	1.71	–	7.2	0.011	–	55 600	83 400
7902C	**15**	**28**	**7**	0.3	0.15	4.75	2.64	1.93	14.5	6.4	0.016	–	53 500	81 400
7902A5	**15**	**28**	**7**	0.3	0.15	4.55	2.53	2.22	–	8.5	0.016	–	46 600	69 800
7903C	**17**	**30**	**7**	0.3	0.15	5.00	2.94	2.09	14.8	6.6	0.017	–	49 000	74 500
7903A5	**17**	**30**	**7**	0.3	0.15	4.75	2.80	2.21	–	9.0	0.017	–	42 600	63 900
7904C	**20**	**37**	**9**	0.3	0.15	6.95	4.25	3.20	14.9	8.3	0.036	–	40 400	61 500
7904A5	**20**	**37**	**9**	0.3	0.15	6.60	4.05	3.55	–	11.1	0.037	–	35 100	52 700
7905C	**25**	**42**	**9**	0.3	0.15	7.85	5.40	3.90	15.5	9.0	0.043	–	34 400	52 300
7905A5	**25**	**42**	**9**	0.3	0.15	7.45	5.15	4.40	–	12.3	0.043	–	29 900	44 800
7906C	**30**	**47**	**9**	0.3	0.15	8.30	6.25	4.40	15.9	9.7	0.049	○	29 900	45 500
7906A5	**30**	**47**	**9**	0.3	0.15	7.85	5.95	4.95	–	13.5	0.050	○	26 000	39 000
7907C	**35**	**55**	**10**	0.6	0.3	12.1	9.15	6.60	15.7	11.0	0.074	○	25 600	38 900
7907A5	**35**	**55**	**10**	0.6	0.3	11.4	8.70	7.20	–	15.5	0.075	○	22 300	33 400
7908C	**40**	**62**	**12**	0.6	0.3	15.1	11.7	8.40	15.7	12.8	0.109	○	22 600	34 400
7908A5	**40**	**62**	**12**	0.6	0.3	14.3	11.2	8.90	–	17.9	0.110	○	19 700	29 500
7909C	**45**	**68**	**12**	0.6	0.3	16.0	13.4	8.55	16.0	13.6	0.129	○	20 400	31 000
7909A5	**45**	**68**	**12**	0.6	0.3	15.1	12.7	9.95	–	19.2	0.130	○	17 700	26 600
7910C	**50**	**72**	**12**	0.6	0.3	16.9	15.0	9.45	16.2	14.2	0.130	○	18 900	28 700
7910A5	**50**	**72**	**12**	0.6	0.3	15.9	14.2	11.0	–	20.2	0.132	○	16 400	24 600
7911C	**55**	**80**	**13**	1.0	0.6	19.1	17.7	11.0	16.3	15.5	0.182	○	17 100	26 000
7911A5	**55**	**80**	**13**	1.0	0.6	18.1	16.8	12.5	–	22.2	0.184	○	14 900	22 300

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.
При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,25 раз больше, чем для стальных шариков.

Примечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°
Номера подшипников с суффиксом "A5": номинальный угол контакта 25°

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия)



Серия 79

Внутренний диаметр 60-280 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Коэффициент	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		f_0	*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
7912C	**60**	**85**	**13**	1.0	0.6	19.4	18.7	11.5	16.5	16.2	0.195	○	15 900	24 200
7912A5	**60**	**85**	**13**	1.0	0.6	18.3	17.7	13.0	–	23.4	0.198	○	13 800	20 700
7913C	**65**	**90**	**13**	1.0	0.6	20.2	20.5	12.5	16.7	16.9	0.208	○	14 900	22 600
7913A5	**65**	**90**	**13**	1.0	0.6	19.1	19.4	14.2	–	24.6	0.211	○	13 000	19 400
7914C	**70**	**100**	**16**	1.0	0.6	28.1	27.8	17.3	16.4	19.4	0.338	○	13 600	20 600
7914A5	**70**	**100**	**16**	1.0	0.6	26.5	26.3	20.3	–	27.8	0.341	○	11 800	17 700
7915C	**75**	**105**	**16**	1.0	0.6	28.6	29.3	18.0	16.6	20.1	0.358	○	12 800	19 500
7915A5	**75**	**105**	**16**	1.0	0.6	26.9	27.7	21.2	–	29.0	0.355	○	11 200	16 700
7916C	**80**	**110**	**16**	1.0	0.6	29.0	30.5	18.7	16.7	20.7	0.377	○	12 200	18 500
7916A5	**80**	**110**	**16**	1.0	0.6	27.3	29.0	22.1	–	30.2	0.381	○	10 600	15 800
7917C	**85**	**120**	**18**	1.1	0.6	39.0	40.5	25.9	16.5	22.7	0.534	○	11 300	17 100
7917A5	**85**	**120**	**18**	1.1	0.6	36.5	38.5	30.0	–	32.9	0.541	○	9 800	14 700
7918C	**90**	**125**	**18**	1.1	0.6	41.5	46.0	29.1	16.6	23.4	0.568	○	10 700	16 300
7918A5	**90**	**125**	**18**	1.1	0.6	39.5	43.5	33.5	–	34.1	0.560	○	9 400	14 000
7919C	**95**	**130**	**18**	1.1	0.6	42.5	48.0	30.0	16.7	24.1	0.597	○	10 300	15 600
7919A5	**95**	**130**	**18**	1.1	0.6	40.0	45.5	35.0	–	35.2	0.603	○	8 900	13 400
7920C	**100**	**140**	**20**	1.1	0.6	50.0	54.0	33.0	16.5	26.1	0.800	○	9 600	14 600
7920A5	**100**	**140**	**20**	1.1	0.6	47.5	51.5	39.5	–	38.0	0.808	○	8 400	12 500
7921C	**105**	**145**	**20**	1.1	0.6	51.0	57.0	34.5	16.6	26.7	0.831	–	9 200	14 000
7921A5	**105**	**145**	**20**	1.1	0.6	48.0	54.0	41.0	–	39.2	0.820	–	8 000	12 000
7922C	**110**	**150**	**20**	1.1	0.6	52.0	59.5	35.5	16.7	27.4	0.867	–	8 900	13 500
7922A5	**110**	**150**	**20**	1.1	0.6	49.0	56.0	43.0	–	40.3	0.877	–	7 700	11 600
7924C	**120**	**165**	**22**	1.1	0.6	72.0	81.0	50.5	16.5	30.1	1.160	–	8 100	12 300
7924A5	**120**	**165**	**22**	1.1	0.6	67.5	77.0	59.5	–	44.2	1.150	–	7 100	10 600

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,25 раз больше, чем для стальных шариков.

Примечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°

Номера подшипников с суффиксом "A5": номинальный угол контакта 25°

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . 139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса. 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Серия 79 (продолжение)

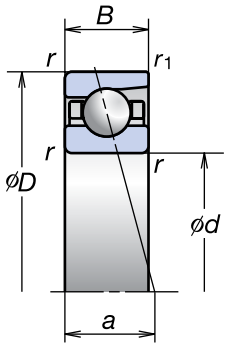
Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Коэффициент	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		f_0	*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
7926C	**130**	**180**	**24**	1.5	1.0	78.5	91.0	55.0	16.5	32.8	1.500	–	7 500	11 300
7926A5	**130**	**180**	**24**	1.5	1.0	74.0	86.0	63.5	–	48.1	1.540	–	6 500	9 700
7928C	**140**	**190**	**24**	1.5	1.0	79.5	95.5	58.0	16.7	34.1	1.630	–	7 000	10 700
7928A5	**140**	**190**	**24**	1.5	1.0	75.0	90.0	68.0	–	50.5	1.630	–	6 100	9 100
7930C	**150**	**210**	**28**	2.0	1.0	102	122	74.0	16.6	38.1	2.960	–	6 400	9 800
7930A5	**150**	**210**	**28**	2.0	1.0	96.5	115	84.5	–	56.0	2.970	–	5 600	8 400
7932C	**160**	**220**	**28**	2.0	1.0	106	133	80.0	16.7	39.4	3.100	–	6 100	9 300
7932A5	**160**	**220**	**28**	2.0	1.0	100	125	93.5	–	58.3	3.120	–	5 300	7 900
7934C	**170**	**230**	**28**	2.0	1.0	113	148	88.5	16.8	40.8	3.360	–	5 800	8 800
7934A5	**170**	**230**	**28**	2.0	1.0	106	140	103	–	60.6	3.360	–	5 000	7 500
7936C	**180**	**250**	**33**	2.0	1.0	145	184	111	16.6	45.3	4.900	–	5 400	8 200
7936A5	**180**	**250**	**33**	2.0	1.0	137	174	127	–	66.6	4.940	–	4 700	7 000
7938C	**190**	**260**	**33**	2.0	1.0	147	192	115	16.7	46.6	4.980	–	5 200	7 800
7938A5	**190**	**260**	**33**	2.0	1.0	139	182	131	–	69.0	5.120	–	4 500	6 700
7940C	**200**	**280**	**38**	2.1	1.1	189	244	144	16.5	51.2	6.850	–	4 800	7 300
7940A5	**200**	**280**	**38**	2.1	1.1	178	231	169	–	75.0	6.920	–	4 200	6 300
7944C	**220**	**300**	**38**	2.1	1.1	190	256	235	16.7	53.8	6.665	–	4 500	6 800
7944A5	**220**	**300**	**38**	2.1	1.1	179	242	174	–	79.6	6.665	–	3 900	5 800
7948C	**240**	**320**	**38**	2.1	1.1	200	286	260	16.8	56.5	7.224	–	4 200	6 300
7948A5	**240**	**320**	**38**	2.1	1.1	189	270	193	–	84.3	7.224	–	3 600	5 400
7952C	**260**	**360**	**46**	2.1	1.1	256	365	340	16.6	64.5	11.936	–	3 800	5 700
7952A5	**260**	**360**	**46**	2.1	1.1	241	345	252	–	95.3	11.936	–	3 300	4 900
7956C	**280**	**380**	**46**	2.1	1.1	272	410	380	16.7	67.2	12.853	–	3 500	5 400
7956A5	**280**	**380**	**46**	2.1	1.1	256	390	283	–	99.9	12.853	–	3 100	4 600

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°
Номера подшипников с суффиксом "A5": номинальный угол контакта 25°

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия)



Серия 70

Внутренний диаметр 10-75 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Коэффициент	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		f_0	*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
7000C	**10**	**26**	**8**	0.3	0.15	5.30	2.49	2.16	12.6	6.4	0.019	–	63 900	97 300
7000A5	**10**	**26**	**8**	0.3	0.15	5.15	2.41	2.48	–	8.2	0.019	–	55 600	83 400
7000A	**10**	**26**	**8**	0.3	0.15	5.00	2.34	1.91	–	9.2	0.019	–	41 700	55 600
7001C	**12**	**28**	**8**	0.3	0.15	5.80	2.90	2.40	13.2	6.7	0.021	–	57 500	87 500
7001A5	**12**	**28**	**8**	0.3	0.15	5.60	2.79	2.82	–	8.7	0.021	–	50 000	75 000
7001A	**12**	**28**	**8**	0.3	0.15	5.40	2.71	2.13	–	9.8	0.021	–	37 500	50 000
7002C	**15**	**32**	**9**	0.3	0.15	6.25	3.40	2.63	14.1	7.6	0.030	–	49 000	74 500
7002A5	**15**	**32**	**9**	0.3	0.15	5.95	3.25	3.05	–	10.0	0.030	–	42 600	63 900
7002A	**15**	**32**	**9**	0.3	0.15	5.80	3.15	2.36	–	11.3	0.030	–	32 000	42 600
7003C	**17**	**35**	**10**	0.3	0.15	6.60	3.80	2.85	14.5	8.5	0.039	–	44 300	67 400
7003A5	**17**	**35**	**10**	0.3	0.15	6.30	3.65	3.35	–	11.1	0.040	–	38 500	57 700
7003A	**17**	**35**	**10**	0.3	0.15	6.10	3.50	2.59	–	12.5	0.040	–	28 900	38 500
7004C	**20**	**42**	**12**	0.6	0.3	11.1	6.55	4.80	14.0	10.1	0.067	–	37 100	56 500
7004A5	**20**	**42**	**12**	0.6	0.3	10.6	6.25	5.45	–	13.2	0.067	–	32 300	48 400
7004A	**20**	**42**	**12**	0.6	0.3	10.3	6.10	4.20	–	14.9	0.068	–	24 200	32 300
7005C	**25**	**47**	**12**	0.6	0.3	11.7	7.40	5.20	14.7	10.8	0.078	–	32 000	48 700
7005A5	**25**	**47**	**12**	0.6	0.3	11.1	7.10	5.95	–	14.4	0.077	–	27 800	41 700
7005A	**25**	**47**	**12**	0.6	0.3	10.7	6.85	4.55	–	16.4	0.079	–	20 900	27 800
7006C	**30**	**55**	**13**	1.0	0.6	15.1	10.3	6.85	14.9	12.2	0.114	○	27 100	41 200
7006A5	**30**	**55**	**13**	1.0	0.6	14.4	9.80	8.05	–	16.4	0.114	○	23 600	35 300
7006A	**30**	**55**	**13**	1.0	0.6	13.9	9.45	6.20	–	18.8	0.116	○	17 700	23 600
7007C	**35**	**62**	**14**	1.0	0.6	19.1	13.7	9.35	15.0	13.5	0.151	○	23 800	36 100
7007A5	**35**	**62**	**14**	1.0	0.6	18.2	13.0	11.4	–	18.3	0.151	○	20 700	31 000
7007A	**35**	**62**	**14**	1.0	0.6	17.5	12.6	8.75	–	21.0	0.153	○	15 500	20 700

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,25 раз больше, чем для стальных шариков.

Примечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°

Номера подшипников с суффиксом "A5": номинальный угол контакта 25°

Номера подшипников с суффиксом "A": номинальный угол контакта 30°

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . 139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса. 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Серия 70 (продолжение)

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Коэффициент	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		f_0	*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
7008C	**40**	**68**	**15**	1.0	0.6	20.6	15.9	10.6	15.4	14.7	0.189	○	21 300	32 500
7008A5	**40**	**68**	**15**	1.0	0.6	19.5	15.1	12.0	–	20.1	0.188	○	18 600	27 800
7008A	**40**	**68**	**15**	1.0	0.6	18.8	14.6	9.15	–	23.1	0.191	○	13 900	18 600
7009C	**45**	**75**	**16**	1.0	0.6	24.4	19.3	12.4	15.4	16.0	0.238	○	19 200	29 200
7009A5	**45**	**75**	**16**	1.0	0.6	23.1	18.3	14.5	–	22.0	0.250	○	16 700	25 000
7009A	**45**	**75**	**16**	1.0	0.6	22.3	17.7	11.1	–	25.3	0.241	○	12 500	16 700
7010C	**50**	**80**	**16**	1.0	0.6	26.0	21.9	13.9	15.7	16.7	0.259	○	17 700	27 000
7010A5	**50**	**80**	**16**	1.0	0.6	24.6	20.8	16.2	–	23.2	0.270	○	15 400	23 100
7010A	**50**	**80**	**16**	1.0	0.6	23.7	20.1	12.5	–	26.8	0.262	○	11 600	15 400
7011C	**55**	**90**	**18**	1.1	0.6	34.0	28.6	18.9	15.5	18.7	0.380	○	15 900	24 200
7011A5	**55**	**90**	**18**	1.1	0.6	32.5	27.2	21.8	–	25.9	0.383	○	13 800	20 700
7011A	**55**	**90**	**18**	1.1	0.6	31.0	26.3	16.6	–	29.9	0.385	○	10 400	13 800
7012C	**60**	**95**	**18**	1.1	0.6	35.0	30.5	19.9	15.7	19.4	0.405	○	14 900	22 600
7012A5	**60**	**95**	**18**	1.1	0.6	33.0	29.1	23.0	–	27.1	0.408	○	13 000	19 400
7012A	**60**	**95**	**18**	1.1	0.6	32.0	28.1	17.6	–	31.4	0.410	○	9 700	13 000
7013C	**65**	**100**	**18**	1.1	0.6	37.0	34.5	22.0	15.9	20.0	0.435	○	14 000	21 300
7013A5	**65**	**100**	**18**	1.1	0.6	35.0	32.5	25.4	–	28.2	0.455	○	12 200	18 200
7013A	**65**	**100**	**18**	1.1	0.6	33.5	31.5	19.5	–	32.8	0.441	○	9 100	12 200
7014C	**70**	**110**	**20**	1.1	0.6	47.0	43.0	26.8	15.7	22.1	0.606	○	12 800	19 500
7014A5	**70**	**110**	**20**	1.1	0.6	44.5	41.0	32.0	–	31.0	0.625	○	11 200	16 700
7014A	**70**	**110**	**20**	1.1	0.6	42.5	39.5	24.6	–	36.0	0.613	○	8 400	11 200
7015C	**75**	**115**	**20**	1.1	0.6	48.0	45.5	28.1	15.9	22.7	0.643	○	12 200	18 500
7015A5	**75**	**115**	**20**	1.1	0.6	45.5	43.5	33.5	–	32.1	0.652	○	10 600	15 800
7015A	**75**	**115**	**20**	1.1	0.6	43.5	41.5	25.9	–	37.4	0.650	○	7 900	10 600

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

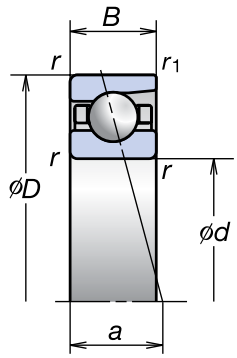
При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,25 раз больше, чем для стальных шариков.

Примечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°

Номера подшипников с суффиксом "A5": номинальный угол контакта 25°

Номера подшипников с суффиксом "A": номинальный угол контакта 30°

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия)



Серия 70

Внутренний диаметр 80-200 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Коэффициент	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		f_0	*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
7016C	**80**	**125**	**22**	1.1	0.6	58.5	55.5	34.5	15.7	24.7	0.855	○	11 300	17 100
7016A5	**80**	**125**	**22**	1.1	0.6	55.5	52.5	41.0	–	34.9	0.880	○	9 800	14 700
7016A	**80**	**125**	**22**	1.1	0.6	53.5	50.5	31.5	–	40.6	0.864	○	7 400	9 800
7017C	**85**	**130**	**22**	1.1	0.6	60.0	58.5	38.0	15.9	25.4	0.898	○	10 700	16 300
7017A5	**85**	**130**	**22**	1.1	0.6	57.0	55.5	43.0	–	36.1	0.904	○	9 400	14 000
7017A	**85**	**130**	**22**	1.1	0.6	54.5	53.5	33.0	–	42.0	0.907	○	7 000	9 400
7018C	**90**	**140**	**24**	1.5	1.0	71.5	69.0	44.5	15.7	27.4	1.160	○	10 000	15 300
7018A5	**90**	**140**	**24**	1.5	1.0	68.0	65.5	52.0	–	38.8	1.170	○	8 700	13 100
7018A	**90**	**140**	**24**	1.5	1.0	65.0	63.5	40.5	–	45.2	1.180	○	6 600	8 700
7019C	**95**	**145**	**24**	1.5	1.0	73.5	73.0	47.0	15.9	28.1	1.210	○	9 600	14 600
7019A5	**95**	**145**	**24**	1.5	1.0	69.5	69.5	52.5	–	40.0	1.410	○	8 400	12 500
7019A	**95**	**145**	**24**	1.5	1.0	67.0	67.0	40.5	–	46.6	1.230	○	6 300	8 400
7020C	**100**	**150**	**24**	1.5	1.0	75.5	77.0	49.0	16.0	28.7	1.270	○	9 200	14 000
7020A5	**100**	**150**	**24**	1.5	1.0	71.0	73.5	57.5	–	41.1	1.450	○	8 000	12 000
7020A	**100**	**150**	**24**	1.5	1.0	68.5	70.5	44.5	–	48.1	1.280	○	6 000	8 000
7021C	**105**	**160**	**26**	2.0	1.0	88.0	89.5	57.0	15.9	30.7	1.580	–	8 700	13 300
7021A5	**105**	**160**	**26**	2.0	1.0	83.5	85.0	66.5	–	43.9	1.820	–	7 600	11 400
7021A	**105**	**160**	**26**	2.0	1.0	80.0	81.5	51.0	–	51.2	1.600	–	5 700	7 600
7022C	**110**	**170**	**28**	2.0	1.0	106	104	68.5	15.6	32.7	1.940	–	8 300	12 500
7022A5	**110**	**170**	**28**	2.0	1.0	100	99.0	79.5	–	46.6	2.260	–	7 200	10 800
7022A	**110**	**170**	**28**	2.0	1.0	96.5	95.5	61.0	–	54.4	1.960	–	5 400	7 200
7024C	**120**	**180**	**28**	2.0	1.0	112	117	75.5	15.8	34.1	2.090	–	7 700	11 700
7024A5	**120**	**180**	**28**	2.0	1.0	106	111	87.5	–	49.0	2.430	–	6 700	10 000
7024A	**120**	**180**	**28**	2.0	1.0	102	107	67.5	–	57.3	2.120	–	5 000	6 700

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,25 раз больше, чем для стальных шариков.

Примечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°

Номера подшипников с суффиксом "A5": номинальный угол контакта 25°

Номера подшипников с суффиксом "A": номинальный угол контакта 30°

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . 139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса. 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Серия 70 (продолжение)

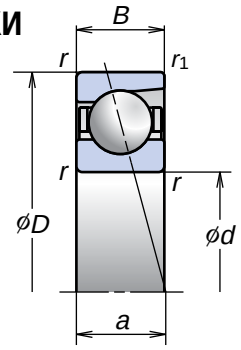
Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Коэффициент	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		f_0	*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
7026C	**130**	**200**	**33**	2.0	1.0	129	137	86.0	15.9	38.6	3.220	–	7 000	10 700
7026A5	**130**	**200**	**33**	2.0	1.0	122	130	99.5	–	55.0	3.660	–	6 100	9 100
7026A	**130**	**200**	**33**	2.0	1.0	117	125	76.5	–	64.1	3.260	–	4 600	6 100
7028C	**140**	**210**	**33**	2.0	1.0	132	145	90.0	16.0	39.9	3.410	–	6 600	10 000
7028A5	**140**	**210**	**33**	2.0	1.0	125	138	104	–	57.3	3.870	–	5 800	8 600
7028A	**140**	**210**	**33**	2.0	1.0	120	133	80.5	–	67.0	3.440	–	4 300	5 800
7030C	**150**	**225**	**35**	2.1	1.1	151	168	105	16.0	42.6	4.150	–	6 200	9 400
7030A5	**150**	**225**	**35**	2.1	1.1	143	160	123	–	61.2	4.690	–	5 400	8 000
7030A	**150**	**225**	**35**	2.1	1.1	137	154	95.0	–	71.6	4.190	–	4 000	5 400
7032C	**160**	**240**	**38**	2.1	1.1	171	193	118	16.0	45.8	5.110	–	5 800	8 800
7032A5	**160**	**240**	**38**	2.1	1.1	162	183	138	–	65.6	5.710	–	5 000	7 500
7032A	**160**	**240**	**38**	2.1	1.1	155	176	106	–	76.7	5.160	–	3 800	5 000
7034C	**170**	**260**	**42**	2.1	1.1	205	234	149	15.9	49.8	6.880	–	5 400	8 200
7034A5	**170**	**260**	**42**	2.1	1.1	193	223	168	–	71.1	7.830	–	4 700	7 000
7034A	**170**	**260**	**42**	2.1	1.1	186	214	129	–	83.1	6.940	–	3 500	4 700
7036C	**180**	**280**	**46**	2.1	1.1	228	276	175	15.8	53.8	10.40	–	5 000	7 700
7036A5	**180**	**280**	**46**	2.1	1.1	216	262	195	–	76.6	10.40	–	4 400	6 600
7036A	**180**	**280**	**46**	2.1	1.1	207	252	151	–	89.4	9.270	–	3 300	4 400
7038C	**190**	**290**	**46**	2.1	1.1	247	305	192	15.9	55.2	11.20	–	4 800	7 300
7038A5	**190**	**290**	**46**	2.1	1.1	233	291	222	–	79.0	11.20	–	4 200	6 300
7038A	**190**	**290**	**46**	2.1	1.1	224	280	172	–	92.3	11.30	–	3 200	4 200
7040C	**200**	**310**	**51**	2.1	1.1	265	340	213	15.9	59.7	13.60	–	4 600	6 900
7040A5	**200**	**310**	**51**	2.1	1.1	250	325	245	–	85.0	13.70	–	4 000	5 900
7040A	**200**	**310**	**51**	2.1	1.1	240	310	190	–	99.1	13.70	–	3 000	4 000

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°
Номера подшипников с суффиксом "A5": номинальный угол контакта 25°
Номера подшипников с суффиксом "A": номинальный угол контакта 30°

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия)



Серия 72

Внутренний диаметр 10-105 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Коэффициент	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	D	B	r (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		f_0	a	(примерно)	Консистентная смазка	Масло
7200C	**10**	**30**	**9**	0.6	0.3	5.40	2.61	2.16	13.2	7.2	0.032	57 500	87 500
7200A5	**10**	**30**	**9**	0.6	0.3	5.20	2.51	2.49	–	9.2	0.031	50 000	75 000
7200A	**10**	**30**	**9**	0.6	0.3	5.05	2.44	1.92	–	10.3	0.032	37 500	50 000
7201C	**12**	**32**	**10**	0.6	0.3	7.90	3.85	3.45	12.5	7.9	0.036	52 300	79 600
7201A5	**12**	**32**	**10**	0.6	0.3	7.65	3.70	3.55	–	10.1	0.036	45 500	68 200
7201A	**12**	**32**	**10**	0.6	0.3	7.45	3.65	2.72	–	11.4	0.030	34 100	45 500
7202C	**15**	**35**	**11**	0.6	0.3	8.65	4.55	3.85	13.2	8.8	0.045	46 000	70 000
7202A5	**15**	**35**	**11**	0.6	0.3	8.35	4.35	3.95	–	11.3	0.044	40 000	60 000
7202A	**15**	**35**	**11**	0.6	0.3	8.10	4.25	3.00	–	12.7	0.045	30 000	40 000
7203C	**17**	**40**	**12**	0.6	0.3	10.9	5.85	4.85	13.3	9.8	0.065	40 400	61 500
7203A5	**17**	**40**	**12**	0.6	0.3	10.4	5.60	5.30	–	12.6	0.064	35 100	52 700
7203A	**17**	**40**	**12**	0.6	0.3	10.1	5.45	4.05	–	14.2	0.065	26 400	35 100
7204C	**20**	**47**	**14**	1.0	0.6	14.6	8.05	6.30	13.3	11.5	0.103	34 400	52 300
7204A5	**20**	**47**	**14**	1.0	0.6	14.0	7.75	7.40	–	14.8	0.102	29 900	44 800
7204A	**20**	**47**	**14**	1.0	0.6	13.6	7.55	5.75	–	16.7	0.104	22 400	29 900
7205C	**25**	**52**	**15**	1.0	0.6	16.6	10.2	7.50	14.0	12.7	0.127	29 900	45 500
7205A5	**25**	**52**	**15**	1.0	0.6	15.9	9.80	9.05	–	16.5	0.130	26 000	39 000
7205A	**25**	**52**	**15**	1.0	0.6	15.4	9.45	6.95	–	18.6	0.129	19 500	26 000
7206C	**30**	**62**	**16**	1.0	0.6	23.0	14.7	10.3	13.9	14.2	0.194	25 000	38 100
7206A5	**30**	**62**	**16**	1.0	0.6	22.1	14.1	12.0	–	18.7	0.194	21 800	32 700
7206A	**30**	**62**	**16**	1.0	0.6	21.3	13.6	9.20	–	21.3	0.197	16 400	21 800
7207C	**35**	**72**	**17**	1.1	0.6	30.5	19.9	14.4	13.9	15.7	0.280	21 500	32 800
7207A5	**35**	**72**	**17**	1.1	0.6	29.1	19.1	16.6	–	21.0	0.277	18 700	28 100
7207A	**35**	**72**	**17**	1.1	0.6	28.2	18.5	12.7	–	23.9	0.284	14 100	18 700
7208C	**40**	**80**	**18**	1.1	0.6	36.5	25.2	17.6	14.1	17.0	0.366	19 200	29 200
7208A5	**40**	**80**	**18**	1.1	0.6	34.5	24.1	20.6	–	23.0	0.362	16 700	25 000
7208A	**40**	**80**	**18**	1.1	0.6	33.5	23.3	15.8	–	26.3	0.370	12 500	16 700
7209C	**45**	**85**	**19**	1.1	0.6	41.0	28.8	19.6	14.2	18.2	0.406	17 700	27 000
7209A5	**45**	**85**	**19**	1.1	0.6	39.0	27.6	23.3	–	24.7	0.402	15 400	23 100
7209A	**45**	**85**	**19**	1.1	0.6	37.5	26.7	18.0	–	28.3	0.410	11 600	15 400
7210C	**50**	**90**	**20**	1.1	0.6	43.0	31.5	21.1	14.5	19.4	0.457	16 500	25 000
7210A5	**50**	**90**	**20**	1.1	0.6	41.0	30.5	25.2	–	26.3	0.453	14 300	21 500
7210A	**50**	**90**	**20**	1.1	0.6	39.5	29.3	19.4	–	30.2	0.462	10 800	14 300

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°
Номера подшипников с суффиксом "A5": номинальный угол контакта 25°
Номера подшипников с суффиксом "A": номинальный угол контакта 30°

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . 139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса. 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Серия 72 (продолжение)

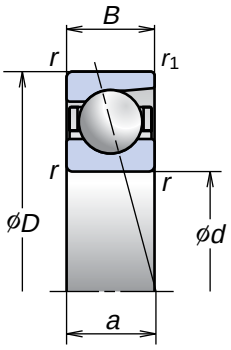
Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Коэффициент	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		f_0	*a*	(примерно)	Консистентная смазка	Масло
7211C	**55**	**100**	**21**	1.5	1.0	53.0	40.0	27.6	14.5	20.9	0.601	14 900	22 600
7211A5	**55**	**100**	**21**	1.5	1.0	50.5	38.0	32.5	–	28.6	0.596	13 000	19 400
7211A	**55**	**100**	**21**	1.5	1.0	49.0	37.0	25.0	–	32.9	0.609	9 700	13 000
7212C	**60**	**110**	**22**	1.5	1.0	64.0	49.0	34.0	14.4	22.4	0.780	13 600	20 600
7212A5	**60**	**110**	**22**	1.5	1.0	61.0	47.0	40.0	–	30.8	0.773	11 800	17 700
7212A	**60**	**110**	**22**	1.5	1.0	59.0	45.5	30.5	–	35.5	0.789	8 900	11 800
7213C	**65**	**120**	**23**	1.5	1.0	73.0	58.5	40.0	14.6	23.9	1.010	12 500	19 000
7213A5	**65**	**120**	**23**	1.5	1.0	69.5	56.0	46.5	–	33.1	1.000	10 900	16 300
7213A	**65**	**120**	**23**	1.5	1.0	67.5	54.0	36.0	–	38.2	1.020	8 200	10 900
7214C	**70**	**125**	**24**	1.5	1.0	79.5	64.5	43.0	14.6	25.1	1.090	11 800	18 000
7214A5	**70**	**125**	**24**	1.5	1.0	76.0	61.5	49.5	–	34.7	1.080	10 300	15 400
7214A	**70**	**125**	**24**	1.5	1.0	73.0	59.5	38.0	–	40.1	1.100	7 700	10 300
7215C	**75**	**130**	**25**	1.5	1.0	83.0	70.0	46.0	14.8	26.2	1.190	11 300	17 100
7215A5	**75**	**130**	**25**	1.5	1.0	79.0	66.5	53.0	–	36.4	1.180	9 800	14 700
7215A	**75**	**130**	**25**	1.5	1.0	76.0	64.5	40.5	–	42.1	1.200	7 400	9 800
7216C	**80**	**140**	**26**	2.0	1.0	93.0	77.5	54.5	14.7	27.7	1.430	10 500	16 000
7216A5	**80**	**140**	**26**	2.0	1.0	88.5	74.0	62.0	–	38.6	1.420	9 100	13 700
7216A	**80**	**140**	**26**	2.0	1.0	85.5	71.5	47.5	–	44.8	1.450	6 900	9 100
7217C	**85**	**150**	**28**	2.0	1.0	107	90.5	60.5	14.7	29.7	1.790	9 800	14 900
7217A5	**85**	**150**	**28**	2.0	1.0	102	86.5	70.0	–	41.4	1.790	8 600	12 800
7217A	**85**	**150**	**28**	2.0	1.0	98.5	83.5	53.5	–	47.9	1.800	6 400	8 600
7218C	**90**	**160**	**30**	2.0	1.0	123	105	72.0	14.6	31.7	2.200	9 200	14 000
7218A5	**90**	**160**	**30**	2.0	1.0	117	100	83.5	–	44.1	2.310	8 000	12 000
7218A	**90**	**160**	**30**	2.0	1.0	113	96.5	64.5	–	51.1	2.230	6 000	8 000
7219C	**95**	**170**	**32**	2.1	1.1	133	112	76.0	14.6	33.7	2.640	8 700	13 300
7219A5	**95**	**170**	**32**	2.1	1.1	127	107	87.0	–	46.9	2.630	7 600	11 400
7219A	**95**	**170**	**32**	2.1	1.1	122	103	67.0	–	54.2	2.670	5 700	7 600
7220C	**100**	**180**	**34**	2.1	1.1	149	127	88.5	14.5	35.7	3.180	8 300	12 500
7220A5	**100**	**180**	**34**	2.1	1.1	142	121	103	–	49.6	3.160	7 200	10 800
7220A	**100**	**180**	**34**	2.1	1.1	137	117	79.5	–	57.4	3.210	5 400	7 200
7221C	**105**	**190**	**36**	2.1	1.1	162	143	97.5	14.5	37.7	3.780	7 800	11 900
7221A5	**105**	**190**	**36**	2.1	1.1	155	137	111	–	52.4	3.770	6 800	10 200
7221A	**105**	**190**	**36**	2.1	1.1	150	132	85.0	–	60.6	3.820	5 100	6 800

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°
Номера подшипников с суффиксом "A5": номинальный угол контакта 25°
Номера подшипников с суффиксом "A": номинальный угол контакта 30°

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (Стандартная серия)



Серия 72

Внутренний диаметр 110-150 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Коэффициент	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		f_0	*a*	(примерно)	Консистентная смазка	Масло
7222C	**110**	**200**	**38**	2.1	1.1	176	160	108	14.5	39.8	4.450	7 500	11 300
7222A5	**110**	**200**	**38**	2.1	1.1	168	153	126	–	55.1	4.450	6 500	9 700
7222A	**110**	**200**	**38**	2.1	1.1	162	148	97.0	–	63.7	4.490	4 900	6 500
7224C	**120**	**215**	**40**	2.1	1.1	199	192	132	14.6	42.4	5.420	6 900	10 500
7224A5	**120**	**215**	**40**	2.1	1.1	189	184	150	–	59.1	5.420	6 000	9 000
7224A	**120**	**215**	**40**	2.1	1.1	183	177	116	–	68.3	5.450	4 500	6 000
7226C	**130**	**230**	**40**	3.0	1.1	206	209	144	14.9	44.1	6.230	6 400	9 800
7226A5	**130**	**230**	**40**	3.0	1.1	196	199	163	–	62.0	6.220	5 600	8 400
7226A	**130**	**230**	**40**	3.0	1.1	189	193	127	–	72.0	6.280	4 200	5 600
7228C	**140**	**250**	**42**	3.0	1.1	238	254	172	14.8	47.1	7.910	5 900	9 000
7228A5	**140**	**250**	**42**	3.0	1.1	226	242	194	–	66.5	7.910	5 200	7 700
7228A	**140**	**250**	**42**	3.0	1.1	218	234	150	–	77.3	7.970	3 900	5 200
7230C	**150**	**270**	**45**	3.0	1.1	270	305	205	14.7	50.6	11.100	5 500	8 400
7230A5	**150**	**270**	**45**	3.0	1.1	258	290	231	–	71.5	11.100	4 800	7 200
7230A	**150**	**270**	**45**	3.0	1.1	248	280	179	–	83.1	11.200	3 600	4 800

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Номера подшипников с суффиксом "C": номинальный угол контакта 15°
Номера подшипников с суффиксом "A5": номинальный угол контакта 25°
Номера подшипников с суффиксом "A": номинальный угол контакта 30°

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (Серия ROBUST)

Характеристики

Оптимальная конструкция

Надежная конструкция, являющаяся достижением внутренней аналитической технологии компании NSK.
Оптимальная конструкция, разработанная с помощью компьютерного моделирования повышения температуры вследствие скользящего движения шарика.

Долговечность

Новая сталь SHX обеспечивает превосходные характеристики термостойкости и износостойкости.
Увеличенный расчетный срок службы включает повышение предела заедания в условиях недостаточного смазывания и высокоскоростного режима работы.

Высокая точность

В зависимости от условий эксплуатации может использоваться соответствующий материал тел качения.
В радиально-упорных шариковых подшипниках серии ROBUST используются керамические шарики.
Выпускается высокоточная серия класса P2.
Опыт и научно-технические знания NSK обеспечивают производство подшипников с высоким классом точности.

Высокая скорость

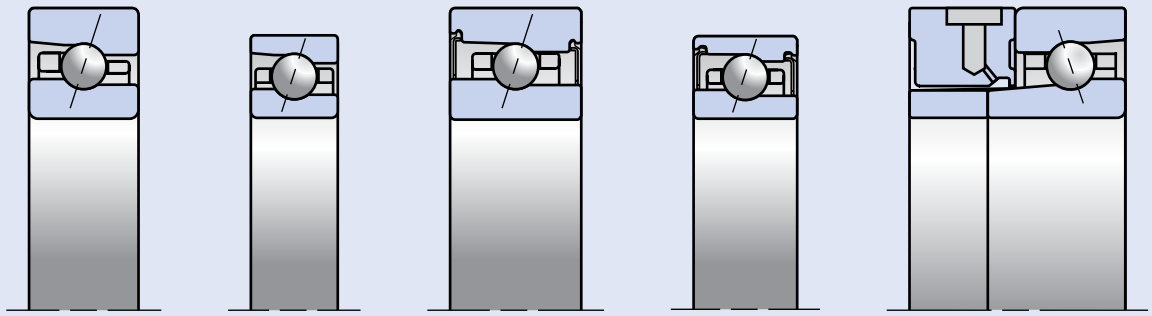
Сепаратор, разработанный для использования при высоких скоростях.
Легкий, прочный полимерный сепаратор обладает такими преимуществами как термостойкость и высокая жесткость, что делает его незаменимым при работе на высоких скоростях.

Низкий уровень шума

Бесшумная работа высокоскоростного шпинделя благодаря смазочной системе Spinshot ™ Ⅱ.
Устраняет шум, вызываемый сжатым воздухом в системе воздушно-масляной смазки.

Размерные серии

Рис. 1.4



BNR10 BER10	BNR19 BER19	BNR20 Серия BER20	BNR29 Серия BER29	Spinshot™ Ⅱ (Тип XE)

Система обозначения сверхскоростных радиально-упорных шариковых подшипников (серия ROBUST)

Пример обозначения подшипника: **80 BNR 10 H TYN DBB EL P4**

- 80 — Номинальный внутренний диаметр подшипника
- BNR — Обозначение типа подшипника
- 10 — Обозначение размеров
- H — Обозначение материала
- TYN — Обозначение сепаратора
- DBB — Обозначение компоновки
- EL — Преднатяг
- P4 — Обозначение точности

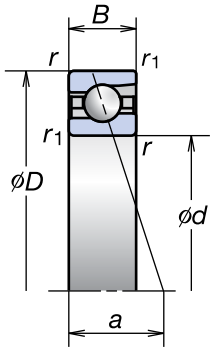
			Справочные страницы
80	Номинальный внутренний диаметр подшипника	Внутренний диаметр (мм)	64–79
BNR	Тип подшипника	Тип подшипника BNR: угол контакта 18° BER: угол контакта 25°	42–43, 48
10	Размеры	10: Серия 10, 19: Серия 19, 20: Серия 20, 29: Серия 29 (1)	42–43, 62
H			14–17 24–25

Тип	Материал	
	Кольца	Элементы качения
S	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Подшипниковая сталь (SUJ2)
H	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Керамика (Si_3N_4)
X	Жаропрочная сталь (SHX) Керамика	Керамика (Si_3N_4)
XE (Spinshot™ II)	Жаропрочная сталь (SHX) Керамика	Керамика (Si_3N_4)

TYN	Сепаратор	TYN: направляемый шариками полиамидный сепаратор; предельная скорость $d_m n$ =1 400 000; предельная рабочая температура =120°C TR: направляемый наружным кольцом сепаратор из фенол-альдегидного полимера; предельная рабочая температура =120°C	18–19
	Уплотнение	Символ отсутствует: открытый тип V1V: бесконтактное резиновое уплотнение (2)	32
DBB	Компоновка	SU: универсальная компоновка (однорядная) – 1 подшипник DU: универсальная компоновка (двухрядная) – 2 подшипника DB: компоновка "спина к спине" – 2 подшипника DF: компоновка "лицо к лицу" – 2 подшипника DT: "тандемная" компоновка – 2 подшипника DBD, DFD, DTD, DUD: триплексные компоновки – 3 подшипника DBB, DFF, DBT, DFT, DTT, QU: квадруплексные компоновки – 4 подшипника	42–43 148–151
EL	Преднатяг	EL: сверхлегкий преднатяг, L: легкий преднатяг, M: средний преднатяг, H: большой преднатяг CP: специальный преднатяг, CA: специальный осевой зазор	42–43 152–155 161–164
P4	Точность	P2: MOC Класс 2, P4: MOC Класс 4, P5: MOC Класс 5 P3: специальный класс (точность размеров: MOC Класс 4; точность вращения: MOC Класс 2) P4Y: специальный класс (внутренний и наружный диаметры представлены исключительно NSK. Все остальные – класс 4 ISO.)	151 176–179

(1) Серии 20 и 29 применяются исключительно для закрытых радиально-упорных шарикоподшипников.
(2) Закрытые радиально-упорные шариковые подшипники стандартизированы под компоновку SU и Класс 3 ISO. Соответствующие номера закрытых радиально-упорных шариковых подшипников BNR19, BNR29, BER19, BER 29, BNR10, BNR 20, BER10 и BER 20: внутренний диаметр ϕ = 30–100 мм.

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (Серия ROBUST)



Серия **BNR19**
Серия **BER19**

Внутренний диаметр 25-80 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
25BNR19S	**25**	**42**	**9**	0.3	0.15	5.95	3.50	4.95	9.9	0.042	–	41 800	59 800
25BNR19H	**25**	**42**	**9**	0.3	0.15			3.25		0.038	–	53 800	83 600
25BNR19X	**25**	**42**	**9**	0.3	0.15					0.038	–	62 700	98 600
25BER19S	**25**	**42**	**9**	0.3	0.15	5.70	3.40	5.90	12.3	0.042	–	35 900	50 800
25BER19H	**25**	**42**	**9**	0.3	0.15			3.95		0.038	–	47 800	74 700
25BER19X	**25**	**42**	**9**	0.3	0.15					0.038	–	56 800	89 600
30BNR19S	**30**	**47**	**9**	0.3	0.15	6.30	4.05	5.75	10.8	0.048	○	36 400	52 000
30BNR19H	**30**	**47**	**9**	0.3	0.15			3.80		0.043	○	46 800	72 800
30BNR19X	**30**	**47**	**9**	0.3	0.15					0.043	○	54 600	85 800
30BER19S	**30**	**47**	**9**	0.3	0.15	6.00	3.90	6.80	13.5	0.048	○	31 200	44 200
30BER19H	**30**	**47**	**9**	0.3	0.15			4.60		0.043	○	41 600	65 000
30BER19X	**30**	**47**	**9**	0.3	0.15					0.043	○	49 400	78 000
35BNR19S	**35**	**55**	**10**	0.6	0.3	9.20	6.00	8.55	12.3	0.072	○	31 200	44 500
35BNR19H	**35**	**55**	**10**	0.6	0.3			5.60		0.063	○	40 000	62 300
35BNR19X	**35**	**55**	**10**	0.6	0.3					0.063	○	46 700	73 400
35BER19S	**35**	**55**	**10**	0.6	0.3	8.80	5.75	10.0	15.5	0.072	○	26 700	37 800
35BER19H	**35**	**55**	**10**	0.6	0.3			6.80		0.063	○	35 600	55 600
35BER19X	**35**	**55**	**10**	0.6	0.3					0.063	○	42 300	66 700
40BNR19S	**40**	**62**	**12**	0.6	0.3	11.5	7.65	10.8	14.3	0.105	○	27 500	39 300
40BNR19H	**40**	**62**	**12**	0.6	0.3			7.10		0.092	○	35 300	55 000
40BNR19X	**40**	**62**	**12**	0.6	0.3					0.092	○	41 200	64 800
40BER19S	**40**	**62**	**12**	0.6	0.3	11.0	7.35	12.8	17.9	0.105	○	23 600	33 400
40BER19H	**40**	**62**	**12**	0.6	0.3			8.65		0.092	○	31 400	49 100
40BER19X	**40**	**62**	**12**	0.6	0.3					0.092	○	37 300	58 900
45BNR19S	**45**	**68**	**12**	0.6	0.3	12.1	8.70	12.4	15.2	0.125	○	24 800	35 400
45BNR19H	**45**	**68**	**12**	0.6	0.3			8.10		0.111	○	31 900	49 600
45BNR19X	**45**	**68**	**12**	0.6	0.3					0.111	○	37 200	58 500
45BER19S	**45**	**68**	**12**	0.6	0.3	11.6	8.35	14.6	19.2	0.125	○	21 300	30 100
45BER19H	**45**	**68**	**12**	0.6	0.3			9.85		0.111	○	28 400	44 300
45BER19X	**45**	**68**	**12**	0.6	0.3					0.111	○	33 700	53 100
50BNR19S	**50**	**72**	**12**	0.6	0.3	12.8	9.75	13.9	15.9	0.127	○	23 000	32 800
50BNR19H	**50**	**72**	**12**	0.6	0.3			9.10		0.111	○	29 600	46 000
50BNR19X	**50**	**72**	**12**	0.6	0.3					0.111	○	34 500	54 100
50BER19S	**50**	**72**	**12**	0.6	0.3	12.3	9.35	16.3	20.2	0.127	○	19 700	27 900
50BER19H	**50**	**72**	**12**	0.6	0.3			11.0		0.111	○	26 300	41 000
50BER19X	**50**	**72**	**12**	0.6	0.3					0.111	○	31 200	49 200

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

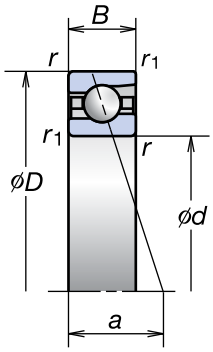
Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . 139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Серия **BNR19**
Серия **BER19** (продолжение)

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
55BNR19S	**55**	**80**	**13**	1.0	0.6	14.4	11.4	16.2	17.5	0.178	○	20 800	29 700
55BNR19H	**55**	**80**	**13**	1.0	0.6			10.6		0.158	○	26 700	41 500
55BNR19X	**55**	**80**	**13**	1.0	0.6					0.158	○	31 200	48 900
55BER19S	**55**	**80**	**13**	1.0	0.6	13.8	10.9	16.1	22.2	0.178	○	17 800	25 200
55BER19H	**55**	**80**	**13**	1.0	0.6			12.9		0.158	○	23 800	37 100
55BER19X	**55**	**80**	**13**	1.0	0.6					0.158	○	28 200	44 500
60BNR19S	**60**	**85**	**13**	1.0	0.6	14.6	12.0	17.1	18.3	0.190	○	19 400	27 600
60BNR19H	**60**	**85**	**13**	1.0	0.6			11.2		0.170	○	24 900	38 700
60BNR19X	**60**	**85**	**13**	1.0	0.6					0.170	○	29 000	45 600
60BER19S	**60**	**85**	**13**	1.0	0.6	14.0	11.5	20.1	23.4	0.190	○	16 600	23 500
60BER19H	**60**	**85**	**13**	1.0	0.6			13.6		0.170	○	22 100	34 500
60BER19X	**60**	**85**	**13**	1.0	0.6					0.170	○	26 300	41 400
65BNR19S	**65**	**90**	**13**	1.0	0.6	15.2	13.2	18.7	19.1	0.204	○	18 100	25 900
65BNR19H	**65**	**90**	**13**	1.0	0.6			12.3		0.181	○	23 300	36 200
65BNR19X	**65**	**90**	**13**	1.0	0.6					0.181	○	27 100	42 600
65BER19S	**65**	**90**	**13**	1.0	0.6	14.5	12.6	22.1	24.6	0.204	○	15 500	22 000
65BER19H	**65**	**90**	**13**	1.0	0.6			14.9		0.181	○	20 700	32 300
65BER19X	**65**	**90**	**13**	1.0	0.6					0.181	○	24 600	38 800
70BNR19S	**70**	**100**	**16**	1.0	0.6	21.3	18.1	26.1	21.8	0.328	○	16 500	23 600
70BNR19H	**70**	**100**	**16**	1.0	0.6			17.1		0.292	○	21 200	33 000
70BNR19X	**70**	**100**	**16**	1.0	0.6					0.292	○	24 800	38 900
70BER19S	**70**	**100**	**16**	1.0	0.6	20.4	17.3	30.5	27.8	0.328	○	14 200	20 000
70BER19H	**70**	**100**	**16**	1.0	0.6			20.7		0.292	○	18 900	29 500
70BER19X	**70**	**100**	**16**	1.0	0.6					0.292	○	22 400	35 300
75BNR19S	**75**	**105**	**16**	1.0	0.6	21.6	19.0	27.5	22.6	0.348	○	15 600	22 300
75BNR19H	**75**	**105**	**16**	1.0	0.6			18.0		0.310	○	20 000	31 200
75BNR19X	**75**	**105**	**16**	1.0	0.6					0.310	○	23 400	36 700
75BER19S	**75**	**105**	**16**	1.0	0.6	20.7	18.2	32.5	29.0	0.348	○	13 400	18 900
75BER19H	**75**	**105**	**16**	1.0	0.6			21.7		0.310	○	17 800	27 800
75BER19X	**75**	**105**	**16**	1.0	0.6					0.310	○	21 200	33 400
80BNR19S	**80**	**110**	**16**	1.0	0.6	22.0	19.9	28.9	23.4	0.366	○	14 800	21 100
80BNR19H	**80**	**110**	**16**	1.0	0.6			18.9		0.326	○	19 000	29 500
80BNR19X	**80**	**110**	**16**	1.0	0.6					0.326	○	22 200	34 800
80BER19S	**80**	**110**	**16**	1.0	0.6	21.0	19.1	34.0	30.1	0.366	○	12 700	17 900
80BER19H	**80**	**110**	**16**	1.0	0.6			22.8		0.326	○	16 900	26 400
80BER19X	**80**	**110**	**16**	1.0	0.6					0.326	○	20 000	31 600

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.
(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.
Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (Серия ROBUST)



Серия **BNR19**
Серия **BER19**

Внутренний диаметр 85-150 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
85BNR19S	**85**	**120**	**18**	1.1	0.6	29.4	26.3	38.0	25.7	0.527	○	13 700	19 600
85BNR19H	**85**	**120**	**18**	1.1	0.6			24.8		0.456	○	17 600	27 400
85BNR19X	**85**	**120**	**18**	1.1	0.6					0.456	○	20 500	32 200
85BER19S	**85**	**120**	**18**	1.1	0.6	28.1	25.2	35.5	32.9	0.527	○	11 800	16 600
85BER19H	**85**	**120**	**18**	1.1	0.6			30.0		0.456	○	15 700	24 400
85BER19X	**85**	**120**	**18**	1.1	0.6					0.456	○	18 600	29 300
90BNR19S	**90**	**125**	**18**	1.1	0.6	31.5	29.7	43.0	26.5	0.552	○	13 100	18 700
90BNR19H	**90**	**125**	**18**	1.1	0.6			28.1		0.480	○	16 800	26 100
90BNR19X	**90**	**125**	**18**	1.1	0.6					0.480	○	19 600	30 700
90BER19S	**90**	**125**	**18**	1.1	0.6	30.0	28.5	50.5	34.1	0.552	○	11 200	15 900
90BER19H	**90**	**125**	**18**	1.1	0.6			34.0		0.480	○	14 900	23 300
90BER19X	**90**	**125**	**18**	1.1	0.6					0.480	○	17 700	28 000
95BNR19S	**95**	**130**	**18**	1.1	0.6	32.0	31.0	50.0	28.3	0.571	○	12 500	17 800
95BNR19H	**95**	**130**	**18**	1.1	0.6			32.5		0.497	○	16 000	24 900
95BNR19X	**95**	**130**	**18**	1.1	0.6					0.497	○	18 700	29 400
95BER19S	**95**	**130**	**18**	1.1	0.6	30.5	29.7	58.5	36.7	0.571	○	10 700	15 200
95BER19H	**95**	**130**	**18**	1.1	0.6			39.5		0.497	○	14 300	22 300
95BER19X	**95**	**130**	**18**	1.1	0.6					0.497	○	16 900	26 700
100BNR19S	**100**	**140**	**20**	1.1	0.6	38.0	35.0	50.5	29.5	0.770	○	11 700	16 700
100BNR19H	**100**	**140**	**20**	1.1	0.6			33.0		0.673	○	15 000	23 400
100BNR19X	**100**	**140**	**20**	1.1	0.6					0.673	○	17 500	27 500
100BER19S	**100**	**140**	**20**	1.1	0.6	36.0	33.5	59.5	38.0	0.770	○	10 000	14 200
100BER19H	**100**	**140**	**20**	1.1	0.6			40.0		0.673	○	13 400	20 900
100BER19X	**100**	**140**	**20**	1.1	0.6					0.673	○	15 900	25 000
105BNR19S	**105**	**145**	**20**	1.1	0.6	38.5	36.5	53.0	31.5	0.795	–	11 200	16 000
105BNR19H	**105**	**145**	**20**	1.1	0.6			39.0		0.693	–	14 400	22 400
105BNR19X	**105**	**145**	**20**	1.1	0.6					0.693	–	16 800	26 400
105BER19S	**105**	**145**	**20**	1.1	0.6	37.0	35.0	62.0	40.9	0.795	–	9 600	13 600
105BER19H	**105**	**145**	**20**	1.1	0.6			42.0		0.693	–	12 800	20 000
105BER19X	**105**	**145**	**20**	1.1	0.6					0.693	–	15 200	24 000

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . 139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Серия BNR19
Серия BER19

(продолжение)

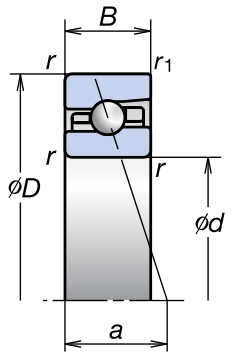
Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
110BNR19S	**110**	**150**	**20**	1.1	0.6	39.0	38.0	55.5	31.1	0.838	–	10 800	15 400
110BNR19H	**110**	**150**	**20**	1.1	0.6			42.0		0.733	–	13 900	21 600
110BNR19X	**110**	**150**	**20**	1.1	0.6					0.733	–	16 200	25 400
110BER19S	**110**	**150**	**20**	1.1	0.6	37.5	36.5	65.0	40.3	0.838	–	9 300	13 100
110BER19H	**110**	**150**	**20**	1.1	0.6			44.0		0.733	–	12 400	19 300
110BER19X	**110**	**150**	**20**	1.1	0.6					0.733	–	14 700	23 100
120BNR19S	**120**	**165**	**22**	1.1	0.6	54.0	52.0	75.0	34.2	1.124	–	9 900	14 100
120BNR19H	**120**	**165**	**22**	1.1	0.6			49.0		0.949	–	12 700	19 700
120BNR19X	**120**	**165**	**22**	1.1	0.6					0.949	–	14 800	23 200
120BER19S	**120**	**165**	**22**	1.1	0.6	51.5	50.0	88.0	44.2	1.124	–	8 500	12 000
120BER19H	**120**	**165**	**22**	1.1	0.6			59.5		0.949	–	11 300	17 600
120BER19X	**120**	**165**	**22**	1.1	0.6					0.949	–	13 400	21 100
130BNR19S	**130**	**180**	**24**	1.5	1.0	59.5	58.5	85.0	37.2	1.477	–	9 100	13 000
130BNR19H	**130**	**180**	**24**	1.5	1.0			56.0		1.265	–	11 700	18 100
130BER19S	**130**	**180**	**24**	1.5	1.0	57.0	56.5	100	48.1	1.477	–	7 800	11 000
130BER19H	**130**	**180**	**24**	1.5	1.0			67.5		1.265	–	10 400	16 200
140BNR19S	**140**	**190**	**24**	1.5	1.0	60.0	61.5	89.5	38.8	1.567	–	8 500	12 200
140BNR19H	**140**	**190**	**24**	1.5	1.0			58.5		1.353	–	11 000	17 000
140BER19S	**140**	**190**	**24**	1.5	1.0	57.5	59.0	105	50.5	1.567	–	7 300	10 400
140BER19H	**140**	**190**	**24**	1.5	1.0			70.5		1.353	–	9 700	15 200
150BNR19S	**150**	**210**	**28**	2.0	1.0	77.0	78.5	114	43.2	2.459	–	7 800	11 200
150BNR19H	**150**	**210**	**28**	2.0	1.0			75.0		2.139	–	10 000	15 600
150BER19S	**150**	**210**	**28**	2.0	1.0	73.5	75.5	134	55.9	2.459	–	6 700	9 500
150BER19H	**150**	**210**	**28**	2.0	1.0			90.5		2.139	–	8 900	13 900

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (Серия ROBUST)



Серия **BNR10**
Серия **BER10**

Внутренний диаметр 30-80 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
30BNR10S	**30**	**55**	**13**	1.0	0.6	8.65	5.75	8.20	13.3	0.124	○	33 000	47 100
30BNR10H	**30**	**55**	**13**	1.0	0.6			5.35		0.116	○	42 400	65 900
30BNR10X	**30**	**55**	**13**	1.0	0.6					0.116	○	49 500	77 700
30BER10S	**30**	**55**	**13**	1.0	0.6	8.30	5.50	9.65	16.3	0.124	○	28 300	40 000
30BER10H	**30**	**55**	**13**	1.0	0.6			6.50		0.116	○	37 700	58 900
30BER10X	**30**	**55**	**13**	1.0	0.6					0.116	○	44 800	70 600
35BNR10S	**35**	**62**	**14**	1.0	0.6	10.1	7.10	10.2	14.8	0.164	○	28 900	41 300
35BNR10H	**35**	**62**	**14**	1.0	0.6			6.70		0.154	○	37 200	57 800
35BNR10X	**35**	**62**	**14**	1.0	0.6					0.154	○	43 300	68 100
35BER10S	**35**	**62**	**14**	1.0	0.6	9.70	6.85	12.0	18.2	0.164	○	24 800	35 100
35BER10H	**35**	**62**	**14**	1.0	0.6			8.10		0.154	○	33 000	51 600
35BER10X	**35**	**62**	**14**	1.0	0.6					0.154	○	39 200	61 900
40BNR10S	**40**	**68**	**15**	1.0	0.6	10.6	7.95	11.5	16.2	0.204	○	26 000	37 100
40BNR10H	**40**	**68**	**15**	1.0	0.6			7.50		0.193	○	33 400	51 900
40BNR10X	**40**	**68**	**15**	1.0	0.6					0.193	○	38 900	61 200
40BER10S	**40**	**68**	**15**	1.0	0.6	10.1	7.65	13.5	19.9	0.204	○	22 300	31 500
40BER10H	**40**	**68**	**15**	1.0	0.6			9.10		0.193	○	29 700	46 300
40BER10X	**40**	**68**	**15**	1.0	0.6					0.193	○	35 200	55 600
45BNR10S	**45**	**75**	**16**	1.0	0.6	11.7	9.00	12.7	17.6	0.259	○	23 400	33 400
45BNR10H	**45**	**75**	**16**	1.0	0.6			8.35		0.246	○	30 000	46 700
45BNR10X	**45**	**75**	**16**	1.0	0.6					0.246	○	35 000	55 000
45BER10S	**45**	**75**	**16**	1.0	0.6	11.2	8.60	15.0	21.8	0.259	○	20 000	28 400
45BER10H	**45**	**75**	**16**	1.0	0.6			10.1		0.246	○	26 700	41 700
45BER10X	**45**	**75**	**16**	1.0	0.6					0.246	○	31 700	50 000
50BNR10S	**50**	**80**	**16**	1.0	0.6	12.2	9.90	14.0	18.4	0.281	○	21 600	30 800
50BNR10H	**50**	**80**	**16**	1.0	0.6			9.20		0.266	○	27 700	43 100
50BNR10X	**50**	**80**	**16**	1.0	0.6					0.266	○	32 400	50 800
50BER10S	**50**	**80**	**16**	1.0	0.6	11.6	9.50	16.5	23.0	0.281	○	18 500	26 200
50BER10H	**50**	**80**	**16**	1.0	0.6			11.1		0.266	○	24 700	38 500
50BER10X	**50**	**80**	**16**	1.0	0.6					0.266	○	29 300	46 200

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

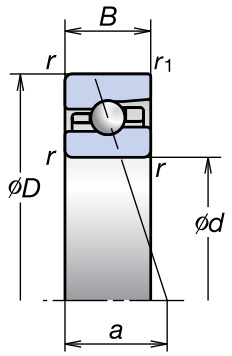
Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . 139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Серия **BNR10**
Серия **BER10** (продолжение)

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
55BNR10S	**55**	**90**	**18**	1.1	0.6	15.1	12.5	17.8	20.6	0.414	○	19400	27600
55BNR10H	**55**	**90**	**18**	1.1	0.6			11.7		0.393	○	24 900	38 700
55BNR10X	**55**	**90**	**18**	1.1	0.6					0.393	○	29 000	45 600
55BER10S	**55**	**90**	**18**	1.1	0.6	14.4	12.0	21.0	25.7	0.414	○	16 600	23 500
55BER10H	**55**	**90**	**18**	1.1	0.6			14.1		0.393	○	22 100	34 500
55BER10X	**55**	**90**	**18**	1.1	0.6					0.393	○	26 300	41 400
60BNR10S	**60**	**95**	**18**	1.1	0.6	15.6	13.7	19.5	21.5	0.443	○	18 100	25 900
60BNR10H	**60**	**95**	**18**	1.1	0.6			12.8		0.419	○	23 300	36 200
60BNR10X	**60**	**95**	**18**	1.1	0.6					0.419	○	27 100	42 600
60BER10S	**60**	**95**	**18**	1.1	0.6	15.0	13.1	22.9	26.9	0.443	○	15 500	22 000
60BER10H	**60**	**95**	**18**	1.1	0.6			15.5		0.419	○	20 700	32 300
60BER10X	**60**	**95**	**18**	1.1	0.6					0.419	○	24 600	38 800
65BNR10S	**65**	**100**	**18**	1.1	0.6	16.2	14.8	21.1	22.3	0.472	○	17 000	24 300
65BNR10H	**65**	**100**	**18**	1.1	0.6			13.9		0.447	○	21 900	34 000
65BNR10X	**65**	**100**	**18**	1.1	0.6					0.447	○	25 500	40 000
65BER10S	**65**	**100**	**18**	1.1	0.6	15.5	14.2	24.9	28.0	0.472	○	14 600	20 700
65BER10H	**65**	**100**	**18**	1.1	0.6			16.8		0.447	○	19 400	30 400
65BER10X	**65**	**100**	**18**	1.1	0.6					0.447	○	23 100	36 400
70BNR10S	**70**	**110**	**20**	1.1	0.6	22.3	19.8	28.6	24.5	0.645	○	15 600	22 300
70BNR10H	**70**	**110**	**20**	1.1	0.6			18.8		0.605	○	20 000	31 200
70BNR10X	**70**	**110**	**20**	1.1	0.6					0.605	○	23 400	36 700
70BER10S	**70**	**110**	**20**	1.1	0.6	21.3	18.9	33.5	30.8	0.645	○	13 400	18 900
70BER10H	**70**	**110**	**20**	1.1	0.6			22.6		0.605	○	17 800	27 800
70BER10X	**70**	**110**	**20**	1.1	0.6					0.605	○	21 200	33 400
75BNR10S	**75**	**115**	**20**	1.1	0.6	22.6	20.7	30.0	25.3	0.679	○	14 800	21 100
75BNR10H	**75**	**115**	**20**	1.1	0.6			19.7		0.638	○	19 000	29 500
75BNR10X	**75**	**115**	**20**	1.1	0.6					0.638	○	22 200	34 800
75BER10S	**75**	**115**	**20**	1.1	0.6	21.6	19.8	35.0	31.9	0.679	○	12 700	17 900
75BER10H	**75**	**115**	**20**	1.1	0.6			23.7		0.638	○	16 900	26 400
75BER10X	**75**	**115**	**20**	1.1	0.6					0.638	○	20 000	31 600
80BNR10S	**80**	**125**	**22**	1.1	0.6	26.5	24.5	35.5	27.5	0.921	○	13 700	19 600
80BNR10H	**80**	**125**	**22**	1.1	0.6			23.4		0.867	○	17 600	27 400
80BNR10X	**80**	**125**	**22**	1.1	0.6					0.867	○	20 500	32 200
80BER10S	**80**	**125**	**22**	1.1	0.6	25.3	23.5	42.0	34.6	0.921	○	11 800	16 600
80BER10H	**80**	**125**	**22**	1.1	0.6			28.2		0.867	○	15 700	24 400
80BER10X	**80**	**125**	**22**	1.1	0.6					0.867	○	18 600	29 300

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.
(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.
Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (Серия ROBUST)



Серия **BNR10**
Серия **BER10**

Внутренний диаметр 85-150 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
85BNR10S	**85**	**130**	**22**	1.1	0.6	26.8	25.7	37.5	28.4	0.962	○	13 100	18 700
85BNR10H	**85**	**130**	**22**	1.1	0.6			24.5		0.906	○	16 800	26 100
85BNR10X	**85**	**130**	**22**	1.1	0.6					0.906	○	19 600	30 700
85BER10S	**85**	**130**	**22**	1.1	0.6	25.6	24.6	43.5	36.1	0.962	○	11 200	15 900
85BER10H	**85**	**130**	**22**	1.1	0.6			29.5		0.906	○	14 900	23 300
85BER10X	**85**	**130**	**22**	1.1	0.6					0.906	○	17 700	28 000
90BNR10S	**90**	**140**	**24**	1.5	1.0	35.0	33.0	48.0	30.7	1.241	○	12 200	17 400
90BNR10H	**90**	**140**	**24**	1.5	1.0			31.5		1.155	○	15 700	24 400
90BNR10X	**90**	**140**	**24**	1.5	1.0					1.155	○	18 300	28 700
90BER10S	**90**	**140**	**24**	1.5	1.0	33.5	31.5	56.0	38.8	1.241	○	10 500	14 800
90BER10H	**90**	**140**	**24**	1.5	1.0			38.0		1.155	○	14 000	21 800
90BER10X	**90**	**140**	**24**	1.5	1.0					1.155	○	16 600	26 100
95BNR10S	**95**	**145**	**24**	1.5	1.0	35.5	34.5	50.0	31.3	1.298	○	11 700	16 700
95BNR10H	**95**	**145**	**24**	1.5	1.0			32.5		1.209	○	15 000	23 400
95BNR10X	**95**	**145**	**24**	1.5	1.0					1.209	○	17 500	27 500
95BER10S	**95**	**145**	**24**	1.5	1.0	34.0	33.0	58.5	39.7	1.298	○	10 000	14 200
95BER10H	**95**	**145**	**24**	1.5	1.0			39.5		1.209	○	13 400	20 900
95BER10X	**95**	**145**	**24**	1.5	1.0					1.209	○	15 900	25 000
100BNR10S	**100**	**150**	**24**	1.5	1.0	36.0	36.0	52.0	32.3	1.245	○	11 200	16 000
100BNR10H	**100**	**150**	**24**	1.5	1.0			34.0		1.253	○	14 400	22 400
100BNR10X	**100**	**150**	**24**	1.5	1.0					1.253	○	16 800	26 400
100BER10S	**100**	**150**	**24**	1.5	1.0	34.5	34.5	61.0	41.2	1.245	○	9 600	13 600
100BER10H	**100**	**150**	**24**	1.5	1.0			41.0		1.253	○	12 800	20 000
100BER10X	**100**	**150**	**24**	1.5	1.0					1.253	○	15 200	24 000
105BNR10S	**105**	**160**	**26**	2.0	1.0	41.0	41.0	59.5	34.5	1.698	–	10 600	15 100
105BNR10H	**105**	**160**	**26**	2.0	1.0			39.0		1.585	–	13 600	21 200
105BNR10X	**105**	**160**	**26**	2.0	1.0					1.585	–	15 900	25 000
105BER10S	**105**	**160**	**26**	2.0	1.0	39.0	39.5	70.0	43.9	1.698	–	9 100	12 900
105BER10H	**105**	**160**	**26**	2.0	1.0			47.5		1.585	–	12 100	18 900
105BER10X	**105**	**160**	**26**	2.0	1.0					1.585	–	14 400	22 700

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . 139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Серия BNR10
Серия BER10 (продолжение)

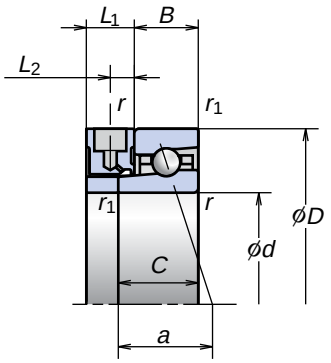
Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Конструкция уплотнения	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)		Консистентная смазка	Масло
110BNR10S	**110**	**170**	**28**	2.0	1.0	46.0	47.0	68.0	36.7	2.133	–	10 000	14 300
110BNR10H	**110**	**170**	**28**	2.0	1.0			44.5		1.996	–	12 900	20 000
110BNR10X	**110**	**170**	**28**	2.0	1.0					1.996	–	15 000	23 600
110BER10S	**110**	**170**	**28**	2.0	1.0	44.0	45.0	79.5	46.7	2.133	–	8 600	12 200
110BER10H	**110**	**170**	**28**	2.0	1.0			54.0		1.996	–	11 500	17 900
110BER10X	**110**	**170**	**28**	2.0	1.0					1.996	–	13 600	21 500
120BNR10S	**120**	**180**	**28**	2.0	1.0	47.5	50.5	73.5	38.4	2.286	–	9 400	13 400
120BNR10H	**120**	**180**	**28**	2.0	1.0			48.0		2.139	–	12 000	18 700
120BNR10X	**120**	**180**	**28**	2.0	1.0					2.139	–	14 000	22 000
120BER10S	**120**	**180**	**28**	2.0	1.0	45.5	48.5	86.0	49.0	2.286	–	8 000	11 400
120BER10H	**120**	**180**	**28**	2.0	1.0			58.0		2.139	–	10 700	16 700
120BER10X	**120**	**180**	**28**	2.0	1.0					2.139	–	12 700	20 000
130BNR10S	**130**	**200**	**33**	2.0	1.0	60.0	61.5	89.5	43.0	3.408	–	8 500	12 200
130BNR10H	**130**	**200**	**33**	2.0	1.0			58.5		3.194	–	11 000	17 000
130BER10S	**130**	**200**	**33**	2.0	1.0	57.5	59.0	105	54.6	3.408	–	7 300	10 400
130BER10H	**130**	**200**	**33**	2.0	1.0			70.5		3.194	–	9 700	15 200
140BNR10S	**140**	**210**	**33**	2.0	1.0	62.5	66.5	97.0	44.6	3.647	–	8 000	11 500
140BNR10H	**140**	**210**	**33**	2.0	1.0			63.5		3.419	–	10 300	16 000
140BER10S	**140**	**210**	**33**	2.0	1.0	59.5	64.0	113	56.9	3.647	–	6 900	9 800
140BER10H	**140**	**210**	**33**	2.0	1.0			76.5		3.419	–	9 200	14 300
150BNR10S	**150**	**225**	**35**	2.1	1.0	73.5	78.0	114	47.6	4.405	–	7 500	10 700
150BNR10H	**150**	**225**	**35**	2.1	1.0			74.5		4.129	–	9 600	15 000
150BER10S	**150**	**225**	**35**	2.1	1.0	70.0	75.0	99.5	60.8	4.405	–	6 400	9 100
150BER10H	**150**	**225**	**35**	2.1	1.0			90.0		4.129	–	8 600	13 400

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (Серия Spinshot™ II)



Серия **BNR19XE**
Серия **BER19XE**

Внутренний диаметр 40-110 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)						Размеры промежуточного кольца Spinshot™ (мм)		Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)
	d	*D*	*B*	*C*	*r* (мин)	r_1 (мин)	L_1 (примерно)	L_2 (примерно)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)	Масло
40BNR19XE	**40**	**62**	**12**	**17**	0.6	0.3	15	7.5	11.5	7.65	7.10	19.3	0.106	64 800
40BER19XE	**40**	**62**	**12**	**17**	0.6	0.3	15	7.5	11.0	7.35	8.65	22.9	0.106	58 900
45BNR19XE	**45**	**68**	**12**	**17**	0.6	0.3	15	7.5	12.1	8.70	8.10	20.2	0.128	58 500
45BER19XE	**45**	**68**	**12**	**17**	0.6	0.3	15	7.5	11.6	8.35	9.85	24.2	0.128	53 100
50BNR19XE	**50**	**72**	**12**	**17**	0.6	0.3	15	7.5	12.8	9.75	9.10	20.9	0.129	54 100
50BER19XE	**50**	**72**	**12**	**17**	0.6	0.3	15	7.5	12.3	9.35	11.0	25.2	0.129	49 200
55BNR19XE	**55**	**80**	**13**	**18**	1.0	0.6	15	7.5	14.4	11.4	10.6	22.5	0.182	48 900
55BER19XE	**55**	**80**	**13**	**18**	1.0	0.6	15	7.5	13.8	10.9	12.9	27.2	0.182	44 500
60BNR19XE	**60**	**85**	**13**	**18**	1.0	0.6	15	7.5	14.6	12.0	11.2	23.3	0.196	45 600
60BER19XE	**60**	**85**	**13**	**18**	1.0	0.6	15	7.5	14.0	11.5	13.6	28.4	0.196	41 400
65BNR19XE	**65**	**90**	**13**	**18**	1.0	0.6	15	7.5	15.2	13.2	12.3	24.1	0.209	42 600
65BER19XE	**65**	**90**	**13**	**18**	1.0	0.6	15	7.5	14.5	12.6	14.9	29.6	0.209	38 800
70BNR19XE	**70**	**100**	**16**	**21**	1.0	0.6	15	7.5	21.3	18.1	17.1	26.8	0.328	38 900
70BER19XE	**70**	**100**	**16**	**21**	1.0	0.6	15	7.5	20.4	17.3	20.7	32.8	0.328	35 300
75BNR19XE	**75**	**105**	**16**	**21**	1.0	0.6	15	7.5	21.6	19.0	18.0	27.6	0.348	36 700
75BER19XE	**75**	**105**	**16**	**21**	1.0	0.6	15	7.5	20.7	18.2	21.7	34.0	0.348	33 400
80BNR19XE	**80**	**110**	**16**	**21**	1.0	0.6	15	7.5	22.0	19.9	18.9	28.4	0.366	34 800
80BER19XE	**80**	**110**	**16**	**21**	1.0	0.6	15	7.5	21.0	19.1	22.8	35.1	0.366	31 600
85BNR19XE	**85**	**120**	**18**	**23**	1.1	0.6	15	7.5	29.4	26.3	24.8	30.7	0.506	32 200
85BER19XE	**85**	**120**	**18**	**23**	1.1	0.6	15	7.5	28.1	25.2	30.0	37.9	0.506	29 300
90BNR19XE	**90**	**125**	**18**	**23**	1.1	0.6	15	7.5	31.5	29.7	28.1	31.5	0.532	30 700
90BER19XE	**90**	**125**	**18**	**23**	1.1	0.6	15	7.5	30.0	28.5	34.0	39.1	0.532	28 000
95BNR19XE	**95**	**130**	**18**	**23**	1.1	0.6	15	7.5	35.5	34.5	32.5	33.3	0.589	29 400
95BER19XE	**95**	**130**	**18**	**23**	1.1	0.6	15	7.5	34.0	33.0	39.5	41.7	0.589	26 700
100BNR19XE	**100**	**140**	**20**	**25**	1.1	0.6	15	7.5	38.0	35.0	33.0	34.5	0.739	27 500
100BER19XE	**100**	**140**	**20**	**25**	1.1	0.6	15	7.5	36.0	33.5	40.0	43.0	0.739	25 000
105BNR19XE	**105**	**145**	**20**	**25**	1.1	0.6	15	7.5	41.0	41.0	39.0	36.5	0.758	26 400
105BER19XE	**105**	**145**	**20**	**25**	1.1	0.6	15	7.5	39.0	39.5	47.5	45.9	0.758	24 000
110BNR19XE	**110**	**150**	**20**	**25**	1.1	0.6	15	7.5	39.0	38.0	36.5	36.1	0.804	25 400
110BER19XE	**110**	**150**	**20**	**25**	1.1	0.6	15	7.5	37.5	36.5	44.0	45.3	0.804	23 100

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Серия BNR10XE
Серия BER10XE

Внутренний диаметр 40-110 мм

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . 139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186

Номера подшипников	Основные размеры (мм)						Размеры промежуточного кольца Spinshot™ (мм)		Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)
	d	*D*	*B*	*C*	*r* (мин)	r_1 (мин)	L_1 (примерно)	L_2 (примерно)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)	Масло
40BNR10XE	**40**	**68**	**15**	**20**	1.0	0.6	15	7.5	10.6	7.95	7.50	21.2	0.217	61 200
40BER10XE	**40**	**68**	**15**	**20**	1.0	0.6	15	7.5	10.1	7.65	9.10	24.9	0.217	55 600
45BNR10XE	**45**	**75**	**16**	**21**	1.0	0.6	15	7.5	11.7	9.00	8.35	22.6	0.273	55 000
45BER10XE	**45**	**75**	**16**	**21**	1.0	0.6	15	7.5	11.2	8.60	10.1	26.8	0.273	50 000
50BNR10XE	**50**	**80**	**16**	**21**	1.0	0.6	15	7.5	12.2	9.90	9.20	23.4	0.296	50 800
50BER10XE	**50**	**80**	**16**	**21**	1.0	0.6	15	7.5	11.6	9.50	11.1	28.0	0.296	46 200
55BNR10XE	**55**	**90**	**18**	**23**	1.1	0.6	15	7.5	15.1	12.5	11.7	25.6	0.433	45 600
55BER10XE	**55**	**90**	**18**	**23**	1.1	0.6	15	7.5	14.4	12.0	14.1	30.7	0.433	41 400
60BNR10XE	**60**	**95**	**18**	**23**	1.1	0.6	15	7.5	15.6	13.7	12.8	26.5	0.463	42 600
60BER10XE	**60**	**95**	**18**	**23**	1.1	0.6	15	7.5	15.0	13.1	15.5	31.9	0.463	38 800
65BNR10XE	**65**	**100**	**18**	**23**	1.1	0.6	15	7.5	16.2	14.8	13.9	27.3	0.493	40 000
65BER10XE	**65**	**100**	**18**	**23**	1.1	0.6	15	7.5	15.5	14.2	16.8	33.0	0.493	36 400
70BNR10XE	**70**	**110**	**20**	**25**	1.1	0.6	15	7.5	22.3	19.8	18.8	29.5	0.660	36 700
70BER10XE	**70**	**110**	**20**	**25**	1.1	0.6	15	7.5	21.3	18.9	22.6	35.8	0.660	33 400
75BNR10XE	**75**	**115**	**22**	**27**	1.1	0.6	15	7.5	22.6	20.7	19.7	30.3	0.697	34 800
75BER10XE	**75**	**115**	**22**	**27**	1.1	0.6	15	7.5	21.6	19.8	23.7	36.9	0.697	31 600
80BNR10XE	**80**	**125**	**22**	**27**	1.1	0.6	15	7.5	26.5	24.5	23.4	32.5	0.939	32 200
80BER10XE	**80**	**125**	**22**	**27**	1.1	0.6	15	7.5	25.3	23.5	28.2	39.6	0.939	29 300
85BNR10XE	**85**	**130**	**22**	**27**	1.1	0.6	15	7.5	26.8	25.7	24.5	33.4	0.988	30 700
85BER10XE	**85**	**130**	**22**	**27**	1.1	0.6	15	7.5	25.6	24.6	29.5	41.1	0.988	28 000
90BNR10XE	**90**	**140**	**24**	**29**	1.5	1.0	15	7.5	35.0	33.0	31.5	35.7	1.250	28 700
90BER10XE	**90**	**140**	**24**	**29**	1.5	1.0	15	7.5	33.5	31.5	38.0	43.8	1.250	26 100
95BNR10XE	**95**	**145**	**24**	**29**	1.5	1.0	15	7.5	35.5	34.5	32.5	36.3	1.300	27 500
95BER10XE	**95**	**145**	**24**	**29**	1.5	1.0	15	7.5	34.0	33.0	39.5	44.7	1.300	25 000
100BNR10XE	**100**	**150**	**24**	**29**	1.5	1.0	15	7.5	36.0	36.0	34.0	37.3	1.359	26 400
100BER10XE	**100**	**150**	**24**	**29**	1.5	1.0	15	7.5	34.5	34.5	41.0	46.2	1.359	24 000
105BNR10XE	**105**	**160**	**26**	**31**	2.0	1.0	15	7.5	41.0	41.0	39.0	39.5	1.707	25 000
105BER10XE	**105**	**160**	**26**	**31**	2.0	1.0	15	7.5	39.0	39.5	47.5	48.9	1.707	22 700
110BNR10XE	**110**	**170**	**28**	**33**	2.0	1.0	15	7.5	46.0	47.0	44.5	41.7	2.139	23 600
110BER10XE	**110**	**170**	**28**	**33**	2.0	1.0	15	7.5	44.0	45.0	54.0	51.7	2.139	21 500

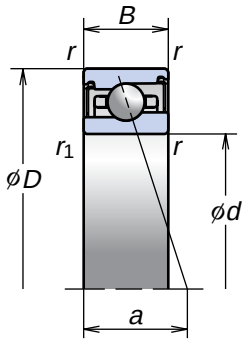
(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°

Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (Широкая серия)



Серия **BNR29**
Серия **BER29**

Внутренний диаметр 30-80 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)	Консистентная смазка
30BNR29SV1V	**30**	**47**	**11**	0.3	0.15	6.30	4.05	5.75	11.8	0.057	36 400
30BNR29HV1V	**30**	**47**	**11**	0.3	0.15			3.80		0.053	46 800
30BNR29XV1V	**30**	**47**	**11**	0.3	0.15					0.053	54 600
30BER29SV1V	**30**	**47**	**11**	0.3	0.15	6.00	3.90	6.80	14.5	0.057	31 200
30BER29HV1V	**30**	**47**	**11**	0.3	0.15			4.60		0.053	41 600
30BER29XV1V	**30**	**47**	**11**	0.3	0.15					0.053	49 400
35BNR29SV1V	**35**	**55**	**13**	0.6	0.3	9.20	6.00	8.55	13.8	0.091	31 200
35BNR29HV1V	**35**	**55**	**13**	0.6	0.3			5.60		0.081	40 000
35BNR29XV1V	**35**	**55**	**13**	0.6	0.3					0.081	46 700
35BER29SV1V	**35**	**55**	**13**	0.6	0.3	8.80	5.75	10.0	17.0	0.091	26 700
35BER29HV1V	**35**	**55**	**13**	0.6	0.3			6.80		0.081	35 600
35BER29XV1V	**35**	**55**	**13**	0.6	0.3					0.081	42 300
40BNR29SV1V	**40**	**62**	**14**	0.6	0.3	11.5	7.65	10.8	15.3	0.120	27 500
40BNR29HV1V	**40**	**62**	**14**	0.6	0.3			7.10		0.107	35 300
40BNR29XV1V	**40**	**62**	**14**	0.6	0.3					0.107	41 200
40BER29SV1V	**40**	**62**	**14**	0.6	0.3	11.0	7.35	12.8	18.9	0.120	23 600
40BER29HV1V	**40**	**62**	**14**	0.6	0.3			8.65		0.107	31 400
40BER29XV1V	**40**	**62**	**14**	0.6	0.3					0.107	37 300
45BNR29SV1V	**45**	**68**	**14**	0.6	0.3	12.1	8.70	12.4	16.2	0.143	24 800
45BNR29HV1V	**45**	**68**	**14**	0.6	0.3			8.10		0.128	31 900
45BNR29XV1V	**45**	**68**	**14**	0.6	0.3					0.128	37 200
45BER29SV1V	**45**	**68**	**14**	0.6	0.3	11.6	8.35	14.6	20.2	0.143	21 300
45BER29HV1V	**45**	**68**	**14**	0.6	0.3			9.85		0.128	28 400
45BER29XV1V	**45**	**68**	**14**	0.6	0.3					0.128	33 700
50BNR29SV1V	**50**	**72**	**14**	0.6	0.3	12.8	9.75	13.9	16.9	0.144	23 000
50BNR29HV1V	**50**	**72**	**14**	0.6	0.3			9.10		0.128	29 600
50BNR29XV1V	**50**	**72**	**14**	0.6	0.3					0.128	34 500
50BER29SV1V	**50**	**72**	**14**	0.6	0.3	12.3	9.35	16.3	21.2	0.144	19 700
50BER29HV1V	**50**	**72**	**14**	0.6	0.3			11.0		0.128	26 300
50BER29XV1V	**50**	**72**	**14**	0.6	0.3					0.128	31 200

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . 139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Серия BNR29
Серия BER29

(продолжение)

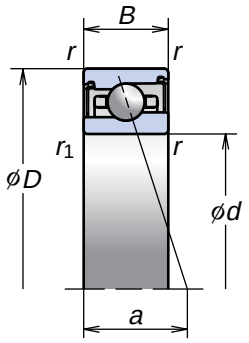
Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)	Консистентная смазка
55BNR29SV1V	**55**	**80**	**16**	1.0	0.6	14.4	11.4	16.2	19.0	0.213	20 800
55BNR29HV1V	**55**	**80**	**16**	1.0	0.6			10.6		0.194	26 700
55BNR29XV1V	**55**	**80**	**16**	1.0	0.6					0.194	31 200
55BER29SV1V	**55**	**80**	**16**	1.0	0.6	13.8	10.9	16.1	23.7	0.213	17 800
55BER29HV1V	**55**	**80**	**16**	1.0	0.6			12.9		0.194	23 800
55BER29XV1V	**55**	**80**	**16**	1.0	0.6					0.194	28 200
60BNR29SV1V	**60**	**85**	**16**	1.0	0.6	14.6	12.0	17.1	19.8	0.228	19 400
60BNR29HV1V	**60**	**85**	**16**	1.0	0.6			11.2		0.208	24 900
60BNR29XV1V	**60**	**85**	**16**	1.0	0.6					0.208	29 000
60BER29SV1V	**60**	**85**	**16**	1.0	0.6	14.0	11.5	20.1	24.9	0.228	16 600
60BER29HV1V	**60**	**85**	**16**	1.0	0.6			13.6		0.208	22 100
60BER29XV1V	**60**	**85**	**16**	1.0	0.6					0.208	26 300
65BNR29SV1V	**65**	**90**	**16**	1.0	0.6	15.2	13.2	18.7	20.6	0.245	18 100
65BNR29HV1V	**65**	**90**	**16**	1.0	0.6			12.3		0.223	23 300
65BNR29XV1V	**65**	**90**	**16**	1.0	0.6					0.223	27 100
65BER29SV1V	**65**	**90**	**16**	1.0	0.6	14.5	12.6	22.1	26.1	0.245	15 500
65BER29HV1V	**65**	**90**	**16**	1.0	0.6			14.9		0.223	20 700
65BER29XV1V	**65**	**90**	**16**	1.0	0.6					0.223	24 600
70BNR29SV1V	**70**	**100**	**19**	1.0	0.6	21.3	18.1	26.1	23.3	0.381	16 500
70BNR29HV1V	**70**	**100**	**19**	1.0	0.6			17.1		0.344	21 200
70BNR29XV1V	**70**	**100**	**19**	1.0	0.6					0.344	24 800
70BER29SV1V	**70**	**100**	**19**	1.0	0.6	20.4	17.3	30.5	29.3	0.381	14 200
70BER29HV1V	**70**	**100**	**19**	1.0	0.6			20.7		0.344	18 900
70BER29XV1V	**70**	**100**	**19**	1.0	0.6					0.344	22 400
75BNR29SV1V	**75**	**105**	**19**	1.0	0.6	21.6	19.0	27.5	24.1	0.403	15 600
75BNR29HV1V	**75**	**105**	**19**	1.0	0.6			18.0		0.365	20 000
75BNR29XV1V	**75**	**105**	**19**	1.0	0.6					0.365	23 400
75BER29SV1V	**75**	**105**	**19**	1.0	0.6	20.7	18.2	32.5	30.5	0.403	13 400
75BER29HV1V	**75**	**105**	**19**	1.0	0.6			21.7		0.365	17 800
75BER29XV1V	**75**	**105**	**19**	1.0	0.6					0.365	21 200
80BNR29SV1V	**80**	**110**	**19**	1.0	0.6	22.0	19.9	28.9	24.9	0.425	14 800
80BNR29HV1V	**80**	**110**	**19**	1.0	0.6			18.9		0.385	19 000
80BNR29XV1V	**80**	**110**	**19**	1.0	0.6					0.385	22 200
80BER29SV1V	**80**	**110**	**19**	1.0	0.6	21.0	19.1	34.0	31.6	0.425	12 700
80BER29HV1V	**80**	**110**	**19**	1.0	0.6			22.8		0.385	16 900
80BER29XV1V	**80**	**110**	**19**	1.0	0.6					0.385	20 000

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (Широкая серия)



Серия **BNR29**
Серия **BER29**

Внутренний диаметр 85-100 мм

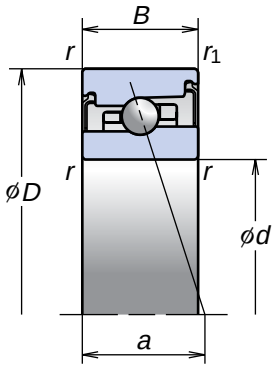
Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)	Консистентная смазка
85BNR29SV1V	**85**	**120**	**22**	1.1	0.6	29.4	26.3	38.0	27.7	0.617	13 700
85BNR29HV1V	**85**	**120**	**22**	1.1	0.6			24.8		0.554	17 600
85BNR29XV1V	**85**	**120**	**22**	1.1	0.6					0.554	20 500
85BER29SV1V	**85**	**120**	**22**	1.1	0.6	28.1	25.2	35.5	34.9	0.617	11 800
85BER29HV1V	**85**	**120**	**22**	1.1	0.6			30.0		0.554	15 700
85BER29XV1V	**85**	**120**	**22**	1.1	0.6					0.554	18 600
90BNR29SV1V	**90**	**125**	**22**	1.1	0.6	31.5	29.7	43.0	28.5	0.653	13 100
90BNR29HV1V	**90**	**125**	**22**	1.1	0.6			28.1		0.582	16 800
90BNR29XV1V	**90**	**125**	**22**	1.1	0.6					0.582	19 600
90BER29SV1V	**90**	**125**	**22**	1.1	0.6	30.0	28.5	50.5	36.1	0.653	11 200
90BER29HV1V	**90**	**125**	**22**	1.1	0.6			34.0		0.582	14 900
90BER29XV1V	**90**	**125**	**22**	1.1	0.6					0.582	17 700
95BNR29SV1V	**95**	**130**	**22**	1.1	0.6	32.0	31.0	50.0	29.3	0.758	12 500
95BNR29HV1V	**95**	**130**	**22**	1.1	0.6			32.5		0.684	16 000
95BNR29XV1V	**95**	**130**	**22**	1.1	0.6					0.684	18 700
95BER29SV1V	**95**	**130**	**22**	1.1	0.6	30.5	29.7	58.5	37.2	0.758	10 700
95BER29HV1V	**95**	**130**	**22**	1.1	0.6			39.5		0.684	14 300
95BER29XV1V	**95**	**130**	**22**	1.1	0.6					0.684	16 900
100BNR29SV1V	**100**	**140**	**24**	1.1	0.6	38.0	35.0	50.5	31.5	0.770	11 700
100BNR29HV1V	**100**	**140**	**24**	1.1	0.6			33.0		0.673	15 000
100BNR29XV1V	**100**	**140**	**24**	1.1	0.6					0.673	17 500
100BER29SV1V	**100**	**140**	**24**	1.1	0.6	36.0	33.5	59.5	40.0	0.902	10 000
100BER29HV1V	**100**	**140**	**24**	1.1	0.6			40.0		0.805	13 400
100BER29XV1V	**100**	**140**	**24**	1.1	0.6					0.805	15 900

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (Широкая серия)



Серия BNR20
Серия BER20

Внутренний диаметр 30-50 мм

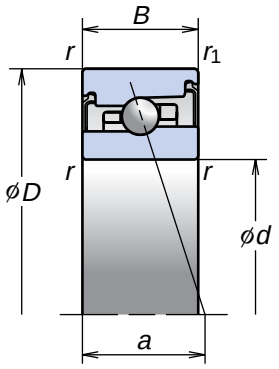
Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)	(кН)	*a*	(примерно)	Консистентная смазка
30BNR20SV1V	**30**	**55**	**16**	1.0	0.6	8.65	5.75	8.20	14.9	0.150	33 000
30BNR20HV1V	**30**	**55**	**16**	1.0	0.6			5.35		0.142	42 400
30BNR20XV1V	**30**	**55**	**16**	1.0	0.6					0.142	49 500
30BER20SV1V	**30**	**55**	**16**	1.0	0.6	8.30	5.50	9.65	17.9	0.150	28 300
30BER20HV1V	**30**	**55**	**16**	1.0	0.6			6.50		0.142	37 700
30BER20XV1V	**30**	**55**	**16**	1.0	0.6					0.142	44 800
35BNR20SV1V	**35**	**62**	**17**	1.0	0.6	10.1	7.10	10.2	16.4	0.197	28 900
35BNR20HV1V	**35**	**62**	**17**	1.0	0.6			6.70		0.187	37 200
35BNR20XV1V	**35**	**62**	**17**	1.0	0.6					0.187	43 300
35BER20SV1V	**35**	**62**	**17**	1.0	0.6	9.70	6.85	12.0	19.8	0.197	24 800
35BER20HV1V	**35**	**62**	**17**	1.0	0.6			8.10		0.187	33 000
35BER20XV1V	**35**	**62**	**17**	1.0	0.6					0.187	39 200
40BNR20SV1V	**40**	**68**	**18**	1.0	0.6	10.6	7.95	11.5	17.8	0.242	26 000
40BNR20HV1V	**40**	**68**	**18**	1.0	0.6			7.50		0.231	33 400
40BNR20XV1V	**40**	**68**	**18**	1.0	0.6					0.231	38 900
40BER20SV1V	**40**	**68**	**18**	1.0	0.6	10.1	7.65	13.5	21.6	0.242	22 300
40BER20HV1V	**40**	**68**	**18**	1.0	0.6			9.10		0.231	29 700
40BER20XV1V	**40**	**68**	**18**	1.0	0.6					0.231	35 200
45BNR20SV1V	**45**	**75**	**19**	1.0	0.6	11.7	9.00	12.7	19.2	0.305	23 400
45BNR20HV1V	**45**	**75**	**19**	1.0	0.6			8.35		0.291	30 000
45BNR20XV1V	**45**	**75**	**19**	1.0	0.6					0.291	35 000
45BER20SV1V	**45**	**75**	**19**	1.0	0.6	11.2	8.60	15.0	23.5	0.305	20 000
45BER20HV1V	**45**	**75**	**19**	1.0	0.6			10.1		0.291	26 700
45BER20XV1V	**45**	**75**	**19**	1.0	0.6					0.291	31 700
50BNR20SV1V	**50**	**80**	**19**	1.0	0.6	12.2	9.90	14.0	20.1	0.330	21 600
50BNR20HV1V	**50**	**80**	**19**	1.0	0.6			9.20		0.315	27 700
50BNR20XV1V	**50**	**80**	**19**	1.0	0.6					0.315	32 400
50BER20SV1V	**50**	**80**	**19**	1.0	0.6	11.6	9.50	16.5	24.7	0.330	18 500
50BER20HV1V	**50**	**80**	**19**	1.0	0.6			11.1		0.315	24 700
50BER20XV1V	**50**	**80**	**19**	1.0	0.6					0.315	29 300

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (Широкая серия)



Серия **BNR20**
Серия **BER20**

Внутренний диаметр 55-100 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)	Консистентная смазка
55BNR20SV1V	**55**	**90**	**22**	1.1	0.6	15.1	12.5	17.8	22.8	0.501	19 400
55BNR20HV1V	**55**	**90**	**22**	1.1	0.6			11.7		0.480	24 900
55BNR20XV1V	**55**	**90**	**22**	1.1	0.6					0.480	29 000
55BER20SV1V	**55**	**90**	**22**	1.1	0.6	14.4	12.0	21.0	27.9	0.501	16 600
55BER20HV1V	**55**	**90**	**22**	1.1	0.6			14.1		0.480	22 100
55BER20XV1V	**55**	**90**	**22**	1.1	0.6					0.480	26 300
60BNR20SV1V	**60**	**95**	**22**	1.1	0.6	15.6	13.7	19.5	23.6	0.535	18 100
60BNR20HV1V	**60**	**95**	**22**	1.1	0.6			12.8		0.512	23 300
60BNR20XV1V	**60**	**95**	**22**	1.1	0.6					0.512	27 100
60BER20SV1V	**60**	**95**	**22**	1.1	0.6	15.0	13.1	22.9	29.1	0.535	15 500
60BER20HV1V	**60**	**95**	**22**	1.1	0.6			15.5		0.512	20 700
60BER20XV1V	**60**	**95**	**22**	1.1	0.6					0.512	24 600
65BNR20SV1V	**65**	**100**	**22**	1.1	0.6	16.2	14.8	21.1	24.4	0.570	17 000
65BNR20HV1V	**65**	**100**	**22**	1.1	0.6			13.9		0.545	21 900
65BNR20XV1V	**65**	**100**	**22**	1.1	0.6					0.545	25 500
65BER20SV1V	**65**	**100**	**22**	1.1	0.6	15.5	14.2	24.9	30.2	0.570	14 600
65BER20HV1V	**65**	**100**	**22**	1.1	0.6			16.8		0.545	19 400
65BER20XV1V	**65**	**100**	**22**	1.1	0.6					0.545	23 100
70BNR20SV1V	**70**	**110**	**24**	1.1	0.6	22.3	19.8	28.6	26.6	0.764	15 600
70BNR20HV1V	**70**	**110**	**24**	1.1	0.6			18.8		0.724	20 000
70BNR20XV1V	**70**	**110**	**24**	1.1	0.6					0.724	23 400
70BER20SV1V	**70**	**110**	**24**	1.1	0.6	21.3	18.9	33.5	33.0	0.764	13 400
70BER20HV1V	**70**	**110**	**24**	1.1	0.6			22.6		0.724	17 800
70BER20XV1V	**70**	**110**	**24**	1.1	0.6					0.724	21 200
75BNR20SV1V	**75**	**115**	**24**	1.1	0.6	22.6	20.7	30.0	27.4	0.806	14 800
75BNR20HV1V	**75**	**115**	**24**	1.1	0.6			19.7		0.764	19 000
75BNR20XV1V	**75**	**115**	**24**	1.1	0.6					0.764	22 200
75BER20SV1V	**75**	**115**	**24**	1.1	0.6	21.6	19.8	35.0	34.1	0.806	12 700
75BER20HV1V	**75**	**115**	**24**	1.1	0.6			23.7		0.764	16 900
75BER20XV1V	**75**	**115**	**24**	1.1	0.6					0.764	20 000
80BNR20SV1V	**80**	**125**	**27**	1.1	0.6	26.5	24.5	35.5	30.2	1.115	13 700
80BNR20HV1V	**80**	**125**	**27**	1.1	0.6			23.4		1.061	17 600
80BNR20XV1V	**80**	**125**	**27**	1.1	0.6					1.061	20 500
80BER20SV1V	**80**	**125**	**27**	1.1	0.6	25.3	23.5	42.0	37.4	1.115	11 800
80BER20HV1V	**80**	**125**	**27**	1.1	0.6			28.2		1.061	15 700
80BER20XV1V	**80**	**125**	**27**	1.1	0.6					1.061	18 600

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . 139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Серия BNR20
Серия BER20 (продолжение)

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)	Консистентная смазка
85BNR20SV1V	**85**	**130**	**27**	1.1	0.6	26.8	25.7	37.5	31.0	1.163	13 100
85BNR20HV1V	**85**	**130**	**27**	1.1	0.6			24.5		1.107	16 800
85BNR20XV1V	**85**	**130**	**27**	1.1	0.6					1.107	19 600
85BER20SV1V	**85**	**130**	**27**	1.1	0.6	25.6	24.6	43.5	38.6	1.163	11 200
85BER20HV1V	**85**	**130**	**27**	1.1	0.6			29.5		1.107	14 900
85BER20XV1V	**85**	**130**	**27**	1.1	0.6					1.107	17 700
90BNR20SV1V	**90**	**140**	**30**	1.5	1.0	35.0	33.0	48.0	33.7	1.521	12 200
90BNR20HV1V	**90**	**140**	**30**	1.5	1.0			31.5		1.436	15 700
90BNR20XV1V	**90**	**140**	**30**	1.5	1.0					1.436	18 300
90BER20SV1V	**90**	**140**	**30**	1.5	1.0	33.5	31.5	56.0	41.8	1.521	10 500
90BER20HV1V	**90**	**140**	**30**	1.5	1.0			38.0		1.436	14 000
90BER20XV1V	**90**	**140**	**30**	1.5	1.0					1.436	16 600
95BNR20SV1V	**95**	**145**	**30**	1.5	1.0	35.5	34.5	50.0	34.5	1.595	11 700
95BNR20HV1V	**95**	**145**	**30**	1.5	1.0			32.5		1.506	15 000
95BNR20XV1V	**95**	**145**	**30**	1.5	1.0					1.506	17 500
95BER20SV1V	**95**	**145**	**30**	1.5	1.0	34.0	33.0	58.5	43.0	1.595	10 000
95BER20HV1V	**95**	**145**	**30**	1.5	1.0			39.5		1.506	13 400
95BER20XV1V	**95**	**145**	**30**	1.5	1.0					1.506	15 900
100BNR20SV1V	**100**	**150**	**30**	1.5	1.0	36.0	36.0	52.0	35.3	1.650	11 200
100BNR20HV1V	**100**	**150**	**30**	1.5	1.0			34.0		1.558	14 400
100BNR20XV1V	**100**	**150**	**30**	1.5	1.0					1.558	16 800
100BER20SV1V	**100**	**150**	**30**	1.5	1.0	34.5	34.5	61.0	44.1	1.650	9 600
100BER20HV1V	**100**	**150**	**30**	1.5	1.0			41.0		1.558	12 800
100BER20XV1V	**100**	**150**	**30**	1.5	1.0					1.558	15 200

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Тип подшипника BNR: номинальный угол контакта 18°
Тип подшипника BER: номинальный угол контакта 25°

Сверхточные радиально-упорные шариковые подшипники (Серия ROBUST—BGR)

Характеристики

Оптимальная конструкция

Направляемый внешним кольцом сепаратор используется для усовершенствования характеристик смазочного материала.
Расточенное внутреннее кольцо улучшает движение масляного тумана, что обеспечивает стабильную подачу масла.

Долговечность

Специальная жаропрочная сталь SHX и керамические шарики значительно продлевают срок службы (подшипников X-типа).

Простая сборка

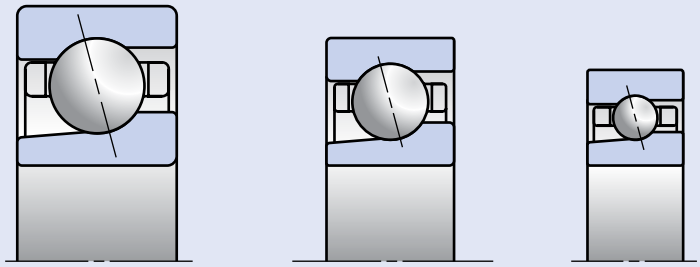
Неразъемная конструкция внутреннего кольца в значительной мере упрощает процедуры сборки и демонтажа.
Взаимозаменяемые детали для любой компоновки, удовлетворяющей нуждам покупателя.

Высокая точность

Серия BGR по стандарту MOC, класс 2 (ABMA ABEC 9).

Размерные серии

Рис. 1.5



BGR02 BGR10 BGR19

Система обозначения высокоточных радиально-упорных шариковых подшипников (Серия ROBUST—BGR)

Пример обозначения подшипника: **8 BGR 10 S T DU EL P2**

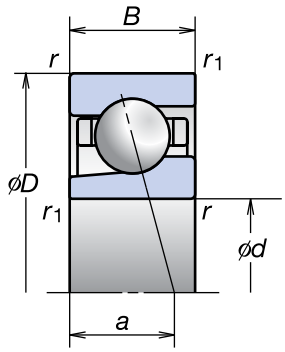
- 8 — Номинальный внутренний диаметр подшипника
- BGR — Обозначение типа подшипника
- 10 — Обозначение размеров
- S — Обозначение материала
- T — Обозначение сепаратора
- DU — Обозначение компоновки
- EL — Преднатяг
- P2 — Обозначение точности

			Справочные страницы
8	Номинальный внутренний диаметр подшипника	Внутренний диаметр (мм)	82–84
BGR	Тип подшипника	BGR: угол контакта 15°	42–43, 48
10	Размеры	2 = Серия 10 по МОС, 19 = Серия 19 по МОС, 02 = Серия 02 по МОС	42–43, 80
H	Материал		14–17 29

Тип	Материал	
	Кольца	Элементы качения
S	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Подшипниковая сталь (SUJ2)
H	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Керамика (Si_3N_4)
X	Жаропрочная сталь (SHX)	Керамика (Si_3N_4)

T	Сепаратор	T: направляемый наружным кольцом сепаратор из фенол-альдегидного полимера; предельная рабочая температура = 120°C	18–19
DU	Компоновка	SU: универсальная компоновка (однорядная); DU: универсальная компоновка (двухрядная)	42–43 148–151
EL	Преднатяг	EL: сверхлегкий преднатяг	42–43 152–155 165
P2	Точность	P2: класс 2 ISO P4: класс 4 ISO P3: специальный класс (точность размеров: класс 4 ISO; точность вращения: класс 2 ISO)	176–179

Сверхточные радиально-упорные шариковые подшипники (Серия ROBUST—BGR)



Серия **BGR19**

Внутренний диаметр 10-25 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)	Консистентная смазка	Масло
10BGR19S	**10**	**22**	**6**	0.3	0.15	2.03	0.78	0.93	5.1	0.010	100 000	138 000
10BGR19H	**10**	**22**	**6**	0.3	0.15			0.61		0.009	119 000	175 000
10BGR19X	**10**	**22**	**6**	0.3	0.15					0.009	138 000	188 000
12BGR19S	**12**	**24**	**6**	0.3	0.15	2.28	0.95	1.14	5.4	0.011	88 900	123 000
12BGR19H	**12**	**24**	**6**	0.3	0.15			0.74		0.010	106 000	156 000
12BGR19X	**12**	**24**	**6**	0.3	0.15					0.010	123 000	167 000
15BGR19S	**15**	**28**	**7**	0.3	0.15	3.25	1.35	1.67	6.4	0.016	74 500	103 000
15BGR19H	**15**	**28**	**7**	0.3	0.15			1.09		0.014	88 400	131 000
15BGR19X	**15**	**28**	**7**	0.3	0.15					0.014	103 000	140 000
17BGR19S	**17**	**30**	**7**	0.3	0.15	3.40	1.50	1.86	6.6	0.017	68 100	93 700
17BGR19H	**17**	**30**	**7**	0.3	0.15			1.21		0.015	80 900	120 000
17BGR19X	**17**	**30**	**7**	0.3	0.15					0.015	93 700	128 000
20BGR19S	**20**	**37**	**9**	0.3	0.15	4.75	2.16	2.66	8.3	0.036	56 200	77 200
20BGR19H	**20**	**37**	**9**	0.3	0.15			1.73		0.033	66 700	98 300
20BGR19X	**20**	**37**	**9**	0.3	0.15					0.033	77 200	106 000
25BGR19S	**25**	**42**	**9**	0.3	0.15	5.40	2.76	3.40	9.0	0.043	47 800	65 700
25BGR19H	**25**	**42**	**9**	0.3	0.15			2.22		0.039	56 800	83 600
25BGR19X	**25**	**42**	**9**	0.3	0.15					0.039	65 700	89 600

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Подшипник типа BGR – номинальный угол контакта 15°.

Серия BGR10

Внутренний диаметр 6-25 мм

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . 139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

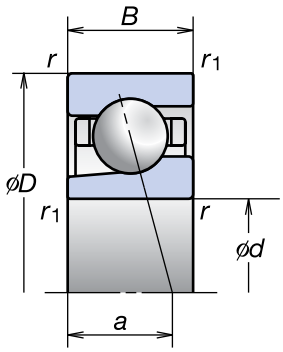
Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)	Консистентная смазка	Масло
6BGR10S	**6**	**17**	**6**	0.3	0.15	1.42	0.43	0.51	4.5	0.006	140 000	192 000
6BGR10H	**6**	**17**	**6**	0.3	0.15			0.34		0.005	166 000	244 000
6BGR10X	**6**	**17**	**6**	0.3	0.15					0.005	192 000	261 000
7BGR10S	**7**	**19**	**6**	0.3	0.15	1.60	0.52	0.62	4.7	0.008	124 000	170 000
7BGR10H	**7**	**19**	**6**	0.3	0.15			0.40		0.007	147 000	216 000
7BGR10X	**7**	**19**	**6**	0.3	0.15					0.007	170 000	231 000
8BGR10S	**8**	**22**	**7**	0.3	0.15	2.37	0.80	0.97	5.5	0.012	107 000	147 000
8BGR10H	**8**	**22**	**7**	0.3	0.15			0.63		0.011	127 000	187 000
8BGR10X	**8**	**22**	**7**	0.3	0.15					0.011	147 000	200 000
10BGR10S	**10**	**26**	**8**	0.3	0.15	3.50	1.27	1.55	6.4	0.019	88 900	123 000
10BGR10H	**10**	**26**	**8**	0.3	0.15			1.00		0.016	106 000	156 000
10BGR10X	**10**	**26**	**8**	0.3	0.15					0.016	123 000	167 000
12BGR10S	**12**	**28**	**8**	0.3	0.15	3.85	1.48	1.80	6.7	0.021	80 000	110 000
12BGR10H	**12**	**28**	**8**	0.3	0.15			1.17		0.018	95 000	140 000
12BGR10X	**12**	**28**	**8**	0.3	0.15					0.018	110 000	150 000
15BGR10S	**15**	**32**	**9**	0.3	0.15	4.20	1.72	2.12	7.6	0.029	68 100	93 700
15BGR10H	**15**	**32**	**9**	0.3	0.15			1.37		0.026	80 900	120 000
15BGR10X	**15**	**32**	**9**	0.3	0.15					0.026	93 700	128 000
17BGR10S	**17**	**35**	**10**	0.3	0.15	4.45	1.93	2.39	8.5	0.038	61 600	84 700
17BGR10H	**17**	**35**	**10**	0.3	0.15			1.55		0.035	73 100	108 000
17BGR10X	**17**	**35**	**10**	0.3	0.15					0.035	84 700	116 000
20BGR10S	**20**	**42**	**12**	0.6	0.3	7.45	3.35	4.10	10.2	0.066	51 700	71 000
20BGR10H	**20**	**42**	**12**	0.6	0.3			2.67		0.059	61 300	90 400
20BGR10X	**20**	**42**	**12**	0.6	0.3					0.059	71 000	96 800
25BGR10S	**25**	**47**	**12**	0.6	0.3	7.90	3.75	4.65	10.8	0.076	44 500	61 200
25BGR10H	**25**	**47**	**12**	0.6	0.3			3.05		0.068	52 800	77 800
25BGR10X	**25**	**47**	**12**	0.6	0.3					0.068	61 200	83 400

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Подшипник типа BGR – номинальный угол контакта 15°.

Сверхточные радиально-упорные шариковые подшипники (Серия ROBUST—BGR)



Серия **BGR02**

Внутренний диаметр 10-25 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		*a*	(примерно)	Консистентная смазка	Масло
10BGR02S	**10**	**30**	**9**	0.6	0.3	3.60	1.33	1.62	7.2	0.032	80 000	110 000
10BGR02H	**10**	**30**	**9**	0.6	0.3			1.06		0.029	95 000	140 000
10BGR02X	**10**	**30**	**9**	0.6	0.3					0.029	110 000	150 000
12BGR02S	**12**	**32**	**10**	0.6	0.3	5.30	1.99	2.46	7.9	0.036	72 800	100 000
12BGR02H	**12**	**32**	**10**	0.6	0.3			1.60		0.032	86 400	128 000
12BGR02X	**12**	**32**	**10**	0.6	0.3					0.032	100 000	137 000
15BGR02S	**15**	**35**	**11**	0.6	0.3	5.80	2.34	2.90	8.8	0.045	64 000	88 000
15BGR02H	**15**	**35**	**11**	0.6	0.3			1.89		0.040	76 000	112 000
15BGR02X	**15**	**35**	**11**	0.6	0.3					0.040	88 000	120 000
17BGR02S	**17**	**40**	**12**	0.6	0.3	7.25	2.98	3.65	9.8	0.065	56 200	77 200
17BGR02H	**17**	**40**	**12**	0.6	0.3			2.39		0.057	66 700	98 300
17BGR02X	**17**	**40**	**12**	0.6	0.3					0.057	77 200	106 000
20BGR02S	**20**	**47**	**14**	1.0	0.6	9.70	4.10	5.10	11.5	0.103	47 800	65 700
20BGR02H	**20**	**47**	**14**	1.0	0.6			3.30		0.091	56 800	83 600
20BGR02X	**20**	**47**	**14**	1.0	0.6					0.091	65 700	89 600
25BGR02S	**25**	**52**	**15**	1.0	0.6	11.1	5.20	6.45	12.7	0.127	41 600	57 200
25BGR02H	**25**	**52**	**15**	1.0	0.6			4.20		0.112	49 400	72 800
25BGR02X	**25**	**52**	**15**	1.0	0.6					0.112	57 200	78 000

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Примечание: Подшипник типа BGR – номинальный угол контакта 15°.

2. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РОЛИКОВЫЕ ПОДШИПНИКИ

Двухрядные цилиндрические роликовые подшипники

Серия подшипников высокой жесткости

Однорядные цилиндрические роликовые подшипники

Стандартная серия

Сверхскоростные однорядные цилиндрические роликовые подшипники

Серия ROBUST

Цилиндрические рол

Цилиндрические роликовые подшипники

Цилиндрические роликовые подшипники 88-97

Характеристики

Система обозначения

Таблицы подшипников

Двухрядные цилиндрические роликовые подшипники (Серия с высокой жесткостью)

Серия 30

Серия 39

Серия 49

Однорядные цилиндрические роликовые подшипники (Стандартная серия)

Серия 10

Сверхскоростные однорядные цилиндрические роликовые подшипники (Серия ROBUST)

Серия 10

Двухрядные цилиндрические роликовые подшипники (Серия с низкой выработкой тепла)

Серия 30

Сверхскоростные однорядные цилиндрические роликовые подшипники (Серия с низкой выработкой тепла)

Серия 10

иковые подшипники

Характеристики

Высокая жесткость двухрядных цилиндрических роликовых подшипников NSK делает их идеальными для применения в шпинделях станочного оборудования. Как правило, однорядные и двухрядные цилиндрические роликовые подшипники имеют либо цилиндрическое, либо коническое внутреннее отверстие. Двухрядные цилиндрические роликовые подшипники с коническим внутренним отверстием часто устанавливаются на главный вал в качестве подшипников с фиксированной опорой. Простота конструкции и возможность выверки радиального внутреннего зазора после сборки обеспечивают этим подшипникам особую популярность среди производителей, использующих на своем производстве станки.

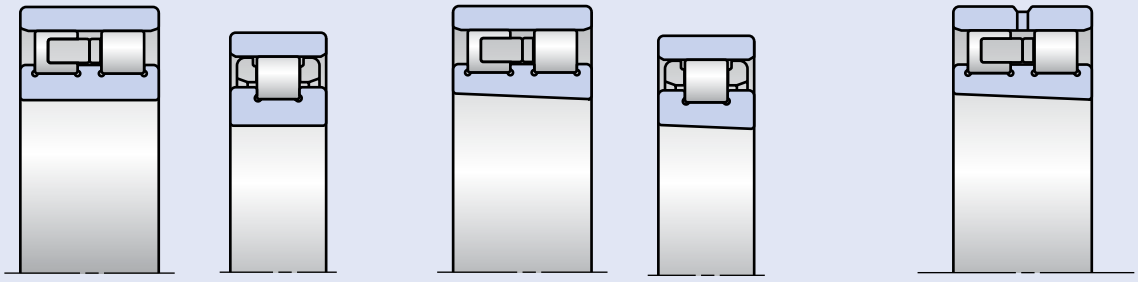
Компания NSK предлагает несколько типов цилиндрических роликоподшипников. Можно заказать конфигурацию E44, которая включает как смазочные отверстия, так и смазочную канавку, проточенную на внешней поверхности наружного кольца. Имеются следующие типы подшипников: NNU с двойным ребристым наружным кольцом и NN с возможностью стока смазочного вещества в течение периода начальной приработки и поддержкой равномерной циркуляции смазки по всему внутреннему пространству подшипника.

Подшипники с тонким сечением больше соответствуют более узкой серии NN39, чем широкой NN49, благодаря меньшей степени тепловыделения и значительно большей стабильности ролика. Для цилиндрических роликовых подшипников наиболее распространены сепараторы из точеной латуни. NSK предлагает для серии NN30 направляемые роликами сепараторы из полифениленсульфидного полимера и сепараторы из полимера PEEK (полиэфир алкоксикетон), направляемые наружным кольцом, для N10 – серии сверхскоростных однорядных цилиндрических роликовых подшипников.

Тип подшипника	Обозначение сепаратора	Техническое описание	Выпускаемые размеры
NN	MB	Направляемый роликами латунный точеный сепаратор	NN3005, NN3026-NN3040 NN3920-NN3956, NN4920-NN4940
	TB	Направляемый роликами сепаратор из полифениленсульфидного полимера	NN3006-NN3024
NNU	MB	Направляемый роликами латунный точеный сепаратор	NNU4920-NNU4940
N	MR	Направляемый роликами латунный точеный сепаратор	N1006-N1028
	TP	Направляемый наружным кольцом сепаратор из полимера PEEK	N1009-N1017

Технические характеристики внутренних диаметров и смазочных отверстий

Рис. 2.1



Цилиндрический тип внутреннего отверстия

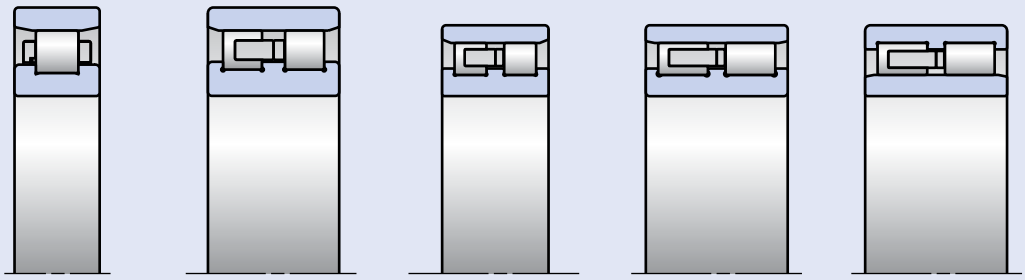
Конический тип внутреннего отверстия

Точеная смазочная канавка на внешней поверхности и смазочные отверстия на наружном кольце (E44)

Двухрядные и однорядные подшипники, выпускаемые с цилиндрическим или коническим внутренним отверстием. Двухрядные цилиндрические роликовые подшипники, выпускаемые с проточенными смазочными отверстиями и смазочной канавкой (лучшее решение для смазывания жидким смазочным материалом).

Тип подшипника и размерные серии

Рис. 2.2



N10 NN30 NN39 NN49 NNU49

Система обозначения двухрядных цилиндрических роликовых подшипников (Серия с высокой жесткостью)

Пример обозначения подшипника **NN 30 17 [ ] TB KR E44 CC0 P4**

- NN — Обозначение типа подшипника
- 30 — Обозначение размера
- 17 — Номер внутреннего диаметра
- [ ] — Внутреннее обозначение
- TB — Обозначение сепаратора
- KR — Обозначение конического внутреннего отверстия
- E44 — Обозначение смазочных отверстий
- CC0 — Обозначение радиального зазора
- P4 — Обозначение точности

			Справочные страницы
NN	Тип подшипника	NN: двухрядный цилиндрический роликоподшипник, имеющий три борта на внутреннем кольце NNU: двухрядный цилиндрический роликоподшипник, имеющий три борта на наружном кольце	44-45, 88
30	Размеры	30 = Серия 30; 39 = Серия 39; 49 = Серия 49	44-45, 88
17	Номер внутреннего диаметра	Внутренний диаметр подшипника = номер внутреннего диаметра × 5 (мм)	90-93
	Внутреннее обозначение	Нет символа: стандартный тип Z: тип с низкой степенью тепловыделения	96
TB	Сепаратор	TB: направляемый роликами сепаратор из полифениленсульфидного полимера; предельная рабочая температура = 220°C MB: Направляемый роликами латунный точеный сепаратор; предельная рабочая температура = 300°C	18-19 26-27
KR	Коническое внутреннее отверстие	KR: 1/12 коническое внутреннее отверстие (Пропустите этот символ, если Вам нужно цилиндрическое внутреннее отверстие)	180-181
E44	Смазочное отверстие	E44: наружное кольцо с проточенной смазочной канавкой и смазочными отверстиями. (Пропустите этот символ, если Вам не нужны смазочные отверстия)	90-93
CC0	Радиальный зазор	CC1: стандартный зазор для цилиндрического внутреннего отверстия CC0: стандартный зазор для конического внутреннего отверстия CCG: специальный радиальный зазор	44-45 169
P4	Точность	P2: MOC Класс 2, P4: MOC Класс 4, P4Y: специальная точность (Внутренний и внешний диаметры принадлежат исключительно NSK. Все остальное имеет стандарт MOC Класс 4.)	151 176-181

Система обозначения однорядных цилиндрических роликовых подшипников (Стандартная серия и серия ROBUST)

Пример обозначения подшипника **N 10 12 RX [ ] TP KR CC0 P4**

- N — Обозначение типа подшипника
- 10 — Обозначение размера
- 12 — Номер внутреннего диаметра
- RX — Обозначение материала
- [ ] — Внутреннее обозначение
- TP — Обозначение сепаратора
- KR — Обозначение конического внутреннего отверстия
- CC0 — Обозначение радиального зазора
- P4 — Обозначение точности

			Справочные страницы
N	Тип подшипника	N: однорядный цилиндрический роликоподшипник, имеющий два борта на внутреннем кольце	44-45, 88
10	Размеры	10: Серия 10	44-45, 88
12	Номер внутреннего диаметра	Внутренний диаметр подшипника = номер внутреннего диаметра × 5 (мм)	94-95
RX	Код материала	Отсутствие символа обозначает наш стандартный материал для цилиндрических роликовых подшипников (кольца и элементы качения изготовлены из подшипниковой стали SUJ2). RS·RX·RXH: сверхскоростной однорядный цилиндрический роликовый подшипник (серия ROBUST)	14-17 26-27

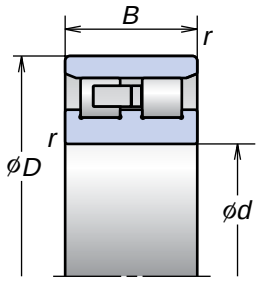
Тип	Материал	
	Кольца	Элементы качения
RS	Подшипниковая сталь (SUJ2)	Подшипниковая сталь (SUJ2)
RX	Жаропрочная сталь (SHX)	Жаропрочная сталь (SHX)
RXH	Жаропрочная сталь (SHX)	Керамика (Si_3N_4)

	Внутреннее обозначение	Нет символа: стандартный тип Z: тип с низкой степенью тепловыделения	97
TP	Сепаратор	TP: Направляемый наружным кольцом сепаратор из полимера PEEK; предельная рабочая температура =240°C MR: Направляемый роликами латунный точеный сепаратор; предельная рабочая температура = 300°C	18-19
KR	Коническое внутреннее отверстие	KR: 1/12 коническое внутреннее отверстие (Пропустите этот символ, если Вам нужно цилиндрическое внутреннее отверстие)	180-181
CC0	Радиальный зазор	CC1: стандартный зазор для цилиндрического внутреннего отверстия CC0: стандартный зазор для конического внутреннего отверстия CCG: специальный радиальный зазор	44-45 169
P4	Точность	P2: MOC Класс 2, P4: MOC Класс 4, P4Y: специальная точность (Внутренний и внешний диаметры принадлежат исключительно NSK. Все остальное имеет стандарт MOC Класс 4.)	151 176-181

Двухрядные цилиндрические роликовые подшипники (Серия с высокой жесткостью)

Серия 30

Внутренний диаметр 25-200 мм

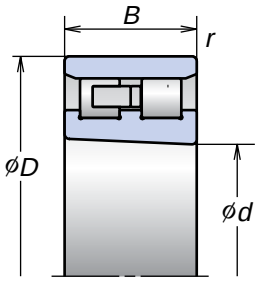


*Цилиндрическое внутреннее отверстие

Номера подшипников	Основные размеры (мм)				Номинальная грузоподъемность (кН)		Диаметр описанной окружности ролика (мм) (ссылка)	Масса (кг)	Предельные скорости (1) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r*	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		(примерно)	Консистентная смазка	Масло
NN3005MBKR	**25**	**47**	**16**	0.6	25.8	30.0	41.3	0.127	20 900	25 000
NN3006MBKR	**30**	**55**	**19**	1.0	31.0	37.0	48.5	0.198	17 700	21 200
NN3006TBKR	**30**	**55**	**19**	1.0	31.0	37.0	48.5	0.172	20 000	23 600
NN3007MBKR	**35**	**62**	**20**	1.0	39.5	50.0	55	0.258	15 500	18 600
NN3007TBKR	**35**	**62**	**20**	1.0	39.5	50.0	55	0.224	17 600	20 700
NN3008MBKR	**40**	**68**	**21**	1.0	43.5	55.5	61	0.309	13 900	16 700
NN3008TBKR	**40**	**68**	**21**	1.0	43.5	55.5	61	0.283	15 800	18 600
NN3009MBKR	**45**	**75**	**23**	1.0	52.0	68.5	67.5	0.407	12 500	15 000
NN3009TBKR	**45**	**75**	**23**	1.0	50.0	65.5	67.5	0.373	14 200	16 700
NN3010MBKR	**50**	**80**	**23**	1.0	53.0	72.5	72.5	0.436	11 600	13 900
NN3010TBKR	**50**	**80**	**23**	1.0	53.0	72.5	72.5	0.402	13 100	15 400
NN3011MBKR	**55**	**90**	**26**	1.1	69.5	96.5	81	0.647	10 400	12 500
NN3011TBKR	**55**	**90**	**26**	1.1	69.5	96.5	81	0.592	11 800	13 800
NN3012MBKR	**60**	**95**	**26**	1.1	73.5	106	86.1	0.693	9 700	11 700
NN3012TBKR	**60**	**95**	**26**	1.1	73.5	106	86.1	0.635	11 000	13 000
NN3013MBKR	**65**	**100**	**26**	1.1	77.0	116	91	0.741	9 100	11 000
NN3013TBKR	**65**	**100**	**26**	1.1	77.0	116	91	0.681	10 400	12 200
NN3014MBKR	**70**	**110**	**30**	1.1	94.5	143	100	1.060	8 000	10 000
NN3014TBKR	**70**	**110**	**30**	1.1	94.5	143	100	0.988	9 500	11 200
NN3015MBKR	**75**	**115**	**30**	1.1	96.5	149	105	1.110	7 900	9 500
NN3015TBKR	**75**	**115**	**30**	1.1	96.5	149	105	1.030	9 000	10 600
NN3016MBKR	**80**	**125**	**34**	1.1	119	186	113	1.540	7 400	8 800
NN3016TBKR	**80**	**125**	**34**	1.1	119	186	113	1.440	8 300	9 800
NN3017MBKR	**85**	**130**	**34**	1.1	122	194	118	1.630	7 000	8 400
NN3017TBKR	**85**	**130**	**34**	1.1	122	194	118	1.520	8 000	9 400

(1) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

*Если Вам нужен цилиндрический тип внутреннего отверстия, уберите символ "KR" и оставьте поле этого символа пустым.



Коническое внутреннее отверстие

Серия 30 (продолжение)

Номера подшипников	Основные размеры (мм)				Номинальная грузоподъемность (кН)		Диаметр описанной окружности ролика (мм) (ссылка)	Масса (кг)	Предельные скорости (1) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r*	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		(примерно)	Консистентная смазка	Масло
NN3018MBKR	**90**	**140**	**37**	1.5	143	228	127	2.090	6 600	7 900
NN3018TBKR	**90**	**140**	**37**	1.5	143	228	127	1.930	7 400	8 700
NN3019MBKR	**95**	**145**	**37**	1.5	146	238	132	2.190	6 300	7 500
NN3019TBKR	**95**	**145**	**37**	1.5	146	238	132	2.030	7 100	8 400
NN3020MBKR	**100**	**150**	**37**	1.5	149	247	137	2.280	6 000	7 200
NN3020TBKR	**100**	**150**	**37**	1.5	149	247	137	2.120	6 800	8 000
NN3021MBKR	**105**	**160**	**41**	2.0	192	310	146	2.880	5 700	6 800
NN3021TBKR	**105**	**160**	**41**	2.0	192	310	146	2.690	6 500	7 600
NN3022MBKR	**110**	**170**	**45**	2.0	222	360	155	3.710	5 400	6 500
NN3022TBKR	**110**	**170**	**45**	2.0	222	360	155	3.440	6 100	7 200
NN3024MBKR	**120**	**180**	**46**	2.0	233	390	165	4.040	5 000	6 000
NN3024TBKR	**120**	**180**	**46**	2.0	233	390	165	3.750	5 700	6 700
NN3026MBKR	**130**	**200**	**52**	2.0	284	475	182	5.880	4 600	5 500
NN3028MBKR	**140**	**210**	**53**	2.0	298	515	192	6.340	4 300	5 200
NN3030MBKR	**150**	**225**	**56**	2.1	335	585	206	7.760	4 000	4 800
NN3032MBKR	**160**	**240**	**60**	2.1	375	660	219	9.410	3 800	4 500
NN3034MBKR	**170**	**260**	**67**	2.1	450	805	236	12.80	3 500	4 200
NN3036MBKR	**180**	**280**	**74**	2.1	565	995	255	16.80	3 300	4 000
NN3038MBKR	**190**	**290**	**75**	2.1	595	1 080	265	17.80	3 200	3 800
NN3040MBKR	**200**	**310**	**82**	2.1	655	1 170	282	22.70	3 000	3 600

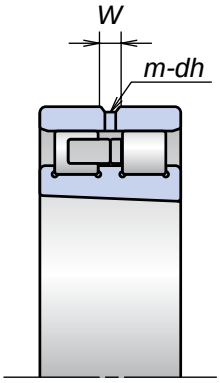
(1) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . .139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Размеры смазочных отверстий (Спецификация E44)

Единица: мм

Ширина наружного кольца		Смазочное отверстие *dh*	Точеная смазочная канавка *W*	Количество отверстий *m*
свыше	включит.			
–	**30**	2	3.5	4
30	**40**	2.5	5	
40	**50**	3	6	
50	**60**	4	8	
60	**80**	5	9	
80	**120**	6	12	
120	**160**	8	15	
160	**200**	10	18	
200	**–**	12	20	



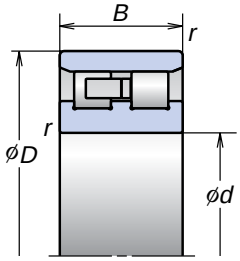
Двухрядные цилиндрические роликовые подшипники (Серия высокой жесткости)

Серия 39

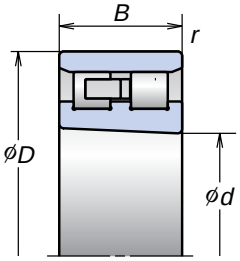
Внутренний диаметр 100-280 мм

Серия 49

Внутренний диаметр 100-200 мм



*NN39 Цилиндрическое внутреннее отверстие

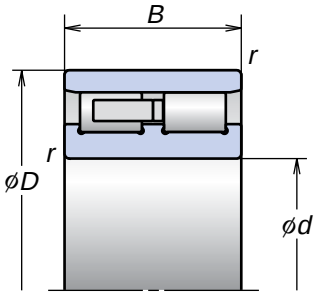


NN39 Коническое внутреннее отверстие

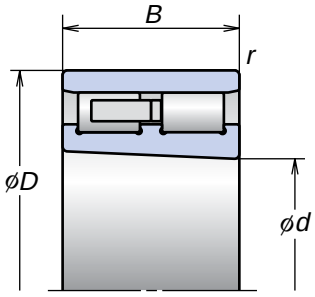
Номера подшипников	Основные размеры (мм)				Номинальная грузоподъемность (кН)		Диаметр описанной окружности ролика (мм) (ссылка)	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости (1) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r*	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)			Консистентная смазка	Масло
NN3920MBKR	**100**	**140**	**30**	1.1	106	182	130	1.32	6 300	7 500
NN3921MBKR	**105**	**145**	**30**	1.1	110	194	135	1.50	6 000	7 200
NN3922MBKR	**110**	**150**	**30**	1.1	114	207	140	1.41	5 800	7 000
NN3924MBKR	**120**	**165**	**34**	1.1	138	251	153.5	1.99	5 300	6 400
NN3926MBKR	**130**	**180**	**37**	1.5	173	325	167	2.64	4 900	5 900
NN3928MBKR	**140**	**190**	**37**	1.5	201	375	178	2.97	4 600	5 500
NN3930MBKR	**150**	**210**	**45**	2.0	262	490	195	4.47	4 200	5 000
NN3932MBKR	**160**	**220**	**45**	2.0	271	520	205	4.75	4 000	4 800
NN3934MBKR	**170**	**230**	**45**	2.0	280	550	215	5.01	3 800	4 500
NN3936MBKR	**180**	**250**	**52**	2.0	340	655	232	7.76	3 500	4 200
NN3938MBKR	**190**	**260**	**52**	2.0	345	680	243.5	7.46	3 400	4 000
NN3940MBKR	**200**	**280**	**60**	2.1	420	815	259	10.60	3 200	3 800
NN3944MBKR	**220**	**300**	**60**	2.1	440	895	279	11.40	2 900	3 500
NN3948MBKR	**240**	**320**	**60**	2.1	460	975	300	12.10	2 700	3 300
NN3952MBKR	**260**	**360**	**75**	2.1	670	1 380	335	21.40	2 500	3 000
NN3956MBKR	**280**	**380**	**75**	2.1	695	1 460	355	22.70	2 300	2 800

(1) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

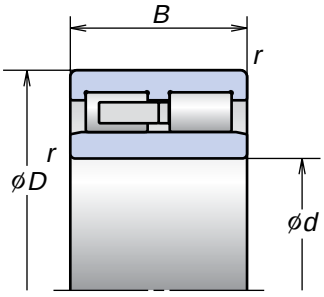
*Если Вам нужен цилиндрический тип внутреннего отверстия, уберите символ "KR" и оставьте поле этого символа пустым.



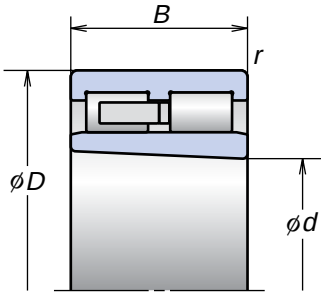
*NN49 Цилиндрическое внутреннее отверстие



NN49 Коническое внутреннее отверстие



*NNU49 Цилиндрическое внутреннее отверстие



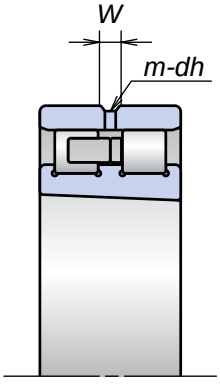
NNU49 Коническое внутреннее отверстие

Номера подшипников	Основные размеры (мм)				Номинальная грузоподъемность (кН)		Диаметр описанной окружности ролика (мм) (ссылка)	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости (1) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r*	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)			Консистентная смазка	Масло
NN4920MBKR	**100**	**140**	**40**	1.1	155	295	130	1.76	6 300	7 500
NNU4920MBKR	**100**	**140**	**40**	1.1	155	295	112	1.90	6 300	7 500
NN4921MBKR	**105**	**145**	**40**	1.1	161	315	135	2.00	6 000	7 200
NNU4921MBKR	**105**	**145**	**40**	1.1	161	315	117	1.99	6 000	7 200
NN4922MBKR	**110**	**150**	**40**	1.1	167	335	140	2.10	5 800	7 000
NNU4922MBKR	**110**	**150**	**40**	1.1	167	335	122	2.07	5 800	7 000
NN4924MBKR	**120**	**165**	**45**	1.1	183	360	153.5	2.87	5 300	6 400
NNU4924MBKR	**120**	**165**	**45**	1.1	183	360	133.5	2.85	5 300	6 400
NN4926MBKR	**130**	**180**	**50**	1.5	274	545	168	3.84	4 900	5 900
NNU4926MBKR	**130**	**180**	**50**	1.5	274	545	144	3.85	4 900	5 900
NN4928MBKR	**140**	**190**	**50**	1.5	283	585	178	4.07	4 600	5 500
NNU4928MBKR	**140**	**190**	**50**	1.5	283	585	154	4.08	4 600	5 500
NN4930MBKR	**150**	**210**	**60**	2.0	350	715	195	6.36	4 200	5 000
NNU4930MBKR	**150**	**210**	**60**	2.0	350	715	167	6.39	4 200	5 000
NN4932MBKR	**160**	**220**	**60**	2.0	365	760	205	6.77	4 000	4 800
NNU4932MBKR	**160**	**220**	**60**	2.0	365	760	177	6.76	4 000	4 800
NN4934MBKR	**170**	**230**	**60**	2.0	375	805	215	7.13	3 800	4 500
NNU4934MBKR	**170**	**230**	**60**	2.0	375	805	187	7.12	3 800	4 500
NN4936MBKR	**180**	**250**	**69**	2.0	480	1 020	232	10.4	3 500	4 200
NNU4936MBKR	**180**	**250**	**69**	2.0	480	1 020	200	10.4	3 500	4 200
NN4938MBKR	**190**	**260**	**69**	2.0	485	1 060	243.5	10.9	3 400	4 000
NNU4938MBKR	**190**	**260**	**69**	2.0	485	1 060	211.5	10.9	3 400	4 000
NN4940MBKR	**200**	**280**	**80**	2.1	570	1 220	259	15.3	3 200	3 800
NNU4940MBKR	**200**	**280**	**80**	2.1	570	1 220	223	15.3	3 200	3 800

Размеры смазочных отверстий (Спецификация E44)

Единица: мм

Ширина наружного кольца		Смазочное отверстие *dh*	Точеная смазочная канавка *W*	Количество отверстий *m*
свыше	включит.			
–	**30**	2	3.5	4
30	**40**	2.5	5	
40	**50**	3	6	
50	**60**	4	8	
60	**80**	5	9	
80	**120**	6	12	
120	**160**	8	15	
160	**200**	10	18	
200	**–**	12	20	



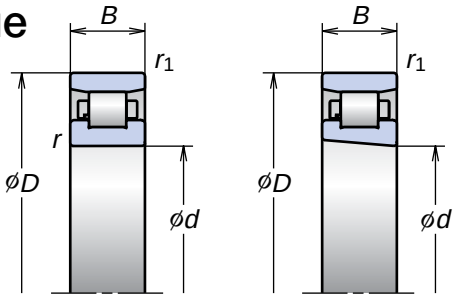
Дополнительные сведения см. на страницах

- Динамическая эквивалентная нагрузка . . .139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Однорядные цилиндрические роликовые подшипники (Стандартная серия)

Серия 10

Внутренний диаметр 30-140 мм



*Цилиндрическое внутреннее отверстие

Коническое внутреннее отверстие

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Диаметр описанной окружности ролика (мм) (ссылка)	Масса (кг)	Предельные скорости (1) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r*	r_1	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)		(примерно)	Консистентная смазка	Масло
N1006MR1KR	**30**	**55**	**13**	1.0	0.6	19.7	19.6	48.5	0.133	19 000	31 000
N1007MRKR	**35**	**62**	**14**	1.0	0.6	22.6	23.2	55	0.153	17 000	27 000
N1008MRKR	**40**	**68**	**15**	1.0	0.6	27.3	29.0	61	0.192	15 000	25 000
N1009MRKR	**45**	**75**	**16**	1.0	0.6	32.5	35.5	67.5	0.318	14 000	22 000
N1010MRKR	**50**	**80**	**16**	1.0	0.6	32.0	36.0	72.5	0.339	13 000	20 000
N1011BMR1KR	**55**	**90**	**18**	1.1	1.0	37.5	44.0	81	0.487	12 000	18 000
N1012BMR1KR	**60**	**95**	**18**	1.1	1.0	40.0	48.5	86.1	0.519	11 000	17 000
N1013BMR1KR	**65**	**100**	**18**	1.1	1.0	41.0	51.0	91	0.541	10 000	16 000
N1014BMR1KR	**70**	**110**	**20**	1.1	1.0	50.0	63.0	100	0.752	9 000	15 000
N1015MRKR	**75**	**115**	**20**	1.1	1.0	60.0	74.5	105	0.935	8 500	13 700
N1016BMR1KR	**80**	**125**	**22**	1.1	1.0	63.5	82.0	113	1.038	7 900	12 700
N1017BMR1KR	**85**	**130**	**22**	1.1	1.0	65.0	86.0	118	1.067	7 500	12 100
N1018MRKR	**90**	**140**	**24**	1.5	1.1	88.0	114	127	1.200	7 000	11 400
N1019BMR1KR	**95**	**145**	**24**	1.5	1.1	83.0	114	132	1.260	6 700	10 900
N1020MRKR	**100**	**150**	**24**	1.5	1.1	93.0	126	137	1.320	6 400	10 400
N1021MRKR	**105**	**160**	**26**	2.0	1.1	109	149	145.5	1.670	6 100	9 900
N1022BMR1KR	**110**	**170**	**28**	2.0	1.1	126	173	155	2.070	5 800	9 300
N1024MRKR	**120**	**180**	**28**	2.0	1.1	139	191	165	2.190	5 400	8 700
N1026MRKR	**130**	**200**	**33**	2.0	1.1	172	238	182	3.320	4 900	7 900
N1028BMR1KR	**140**	**210**	**33**	2.0	1.1	164	240	192	3.810	4 600	7 500

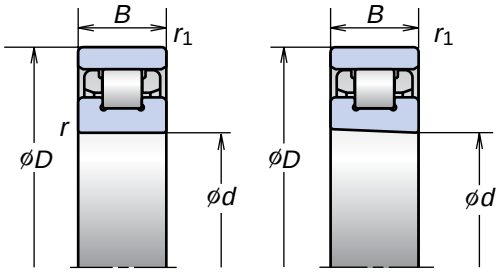
(1) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

*Если Вам нужен цилиндрический тип внутреннего отверстия, уберите символ "KR" и оставьте поле этого символа пустым.

Сверхскоростные цилиндрические роликовые подшипники (Серия ROBUST)

Серия 10

Внутренний диаметр 45-85 мм



*Цилиндрическое внутреннее отверстие

Коническое внутреннее отверстие

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . .139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Диаметр описанной окружности ролика (мм) (ссылка)	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости (1) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r*	r_1	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)			Консистентная смазка	Масло
N1009RSTPKR	**45**	**75**	**16**	1.0	0.6	24.6	26.1	67.5	0.262	16 000	23 000
N1009RXTPKR	**45**	**75**	**16**	1.0	0.6	24.6	26.1	67.5	0.262	21 000	30 000
N1009RXHTPKR	**45**	**75**	**16**	1.0	0.6	24.6	26.1	67.5	0.228	23 000	36 000
N1010RSTPKR	**50**	**80**	**16**	1.0	0.6	28.8	33.0	72.5	0.283	15 000	21 000
N1010RXTPKR	**50**	**80**	**16**	1.0	0.6	28.8	33.0	72.5	0.283	20 000	27 000
N1010RXHTPKR	**50**	**80**	**16**	1.0	0.6	28.8	33.0	72.5	0.246	21 000	34 000
N1011RSTPKR	**55**	**90**	**18**	1.1	1.0	35.0	39.5	81	0.372	13 000	19 000
N1011RXTPKR	**55**	**90**	**18**	1.1	1.0	35.0	39.5	81	0.372	18 000	25 000
N1011RXHTPKR	**55**	**90**	**18**	1.1	1.0	35.0	39.5	81	0.324	19 000	30 000
N1012RSTPKR	**60**	**95**	**18**	1.1	1.0	37.5	44.0	86.1	0.442	12 000	18 000
N1012RXTPKR	**60**	**95**	**18**	1.1	1.0	37.5	44.0	86.1	0.442	17 000	23 000
N1012RXHTPKR	**60**	**95**	**18**	1.1	1.0	37.5	44.0	86.1	0.385	18 000	28 000
N1013RSTPKR	**65**	**100**	**18**	1.1	1.0	39.5	49.0	91	0.518	11 000	17 000
N1013RXTPKR	**65**	**100**	**18**	1.1	1.0	39.5	49.0	91	0.518	16 000	22 000
N1013RXHTPKR	**65**	**100**	**18**	1.1	1.0	39.5	49.0	91	0.451	17 000	27 000
N1014RSTPKR	**70**	**110**	**20**	1.1	1.0	46.5	57.0	100	0.648	10 000	16 000
N1014RXTPKR	**70**	**110**	**20**	1.1	1.0	46.5	57.0	100	0.648	15 000	20 000
N1014RXHTPKR	**70**	**110**	**20**	1.1	1.0	46.5	57.0	100	0.564	16 000	24 000
N1015RSTPKR	**75**	**115**	**20**	1.1	1.0	49.5	63.0	105	0.672	9 900	15 000
N1015RXTPKR	**75**	**115**	**20**	1.1	1.0	49.5	63.0	105	0.672	14 000	19 000
N1015RXHTPKR	**75**	**115**	**20**	1.1	1.0	49.5	63.0	105	0.585	15 000	23 000
N1016RSTPKR	**80**	**125**	**22**	1.1	1.0	61.5	81.5	113	0.926	9 200	14 000
N1016RXTPKR	**80**	**125**	**22**	1.1	1.0	61.5	81.5	113	0.926	13 000	17 000
N1016RXHTPKR	**80**	**125**	**22**	1.1	1.0	61.5	81.5	113	0.812	14 000	21 000
N1017RSTPKR	**85**	**130**	**22**	1.1	1.0	65.0	86.0	118	0.943	8 800	13 000
N1017RXTPKR	**85**	**130**	**22**	1.1	1.0	65.0	86.0	118	0.943	12 000	17 000
N1017RXHTPKR	**85**	**130**	**22**	1.1	1.0	65.0	86.0	118	0.826	13 000	20 000

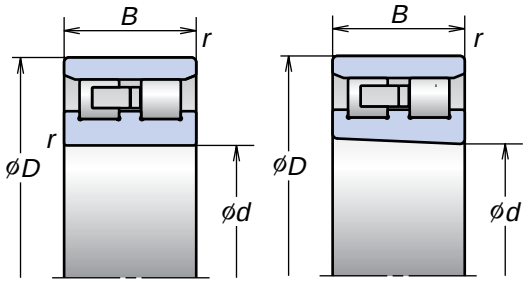
(1) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

*Если Вам нужен цилиндрический тип внутреннего отверстия, уберите символ "KR" и оставьте поле этого символа пустым.

Двухрядные цилиндрические роликоподшипники (Серия с низким уровнем тепловыделения)

Серия 30

Внутренний диаметр 30-120 мм



*Цилиндрическое внутреннее отверстие

Коническое внутреннее отверстие

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . .139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Номера подшипников	Основные размеры (мм)				Номинальная грузоподъемность (кН)		Диаметр описанной окружности ролика (мм) (ссылка)	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости (1) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r*	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)			Консистентная смазка	Масло
NN3006ZTBKR	**30**	**55**	**19**	1.0	18.3	18.6	48.5	0.154	23 300	27 900
NN3007ZTBKR	**35**	**62**	**20**	1.0	23.3	25.0	55.0	0.198	20 400	24 500
NN3008ZTBKR	**40**	**68**	**21**	1.0	25.7	27.7	61.0	0.250	18 300	22 000
NN3009ZTBKR	**45**	**75**	**23**	1.0	29.7	32.5	67.5	0.331	16 500	19 800
NN3010ZTBKR	**50**	**80**	**23**	1.0	31.5	36.5	72.5	0.356	15 300	18 300
NN3011ZTBKR	**55**	**60**	**26**	1.1	41.0	48.5	81.0	0.523	13 700	16 400
NN3012ZTBKR	**60**	**95**	**26**	1.1	43.5	53.0	86.1	0.560	12 800	15 400
NN3013ZTBKR	**65**	**100**	**26**	1.1	46.0	58.0	91.0	0.600	12 000	14 500
NN3014ZTBKR	**70**	**110**	**30**	1.1	58.0	74.0	100.0	0.873	11 000	13 200
NN3015ZTBKR	**75**	**115**	**30**	1.1	57.5	74.5	105.0	0.915	10 400	12 500
NN3016ZTBKR	**80**	**125**	**34**	1.1	71.0	93.0	113.0	1.282	9 700	11 700
NN3017ZTBKR	**85**	**130**	**34**	1.1	74.5	101	118.0	1.350	9 300	11 100
NN3018ZTBKR	**90**	**140**	**37**	1.5	85.0	114	127.0	1.719	8 600	10 300
NN3019ZTBKR	**95**	**145**	**37**	1.5	89.0	123	132.0	1.803	8 300	9 900
NN3020ZTBKR	**100**	**150**	**37**	1.5	93.5	133	137.0	1.877	7 900	9 500
NN3021ZTBKR	**105**	**160**	**41**	2.0	118	161	146.0	2.342	7 500	9 000
NN3022ZTBKR	**110**	**170**	**45**	2.0	136	188	155.0	3.006	7 100	8 500
NN3024ZTBKR	**120**	**180**	**46**	2.0	142	203	165.0	3.282	6 600	7 900

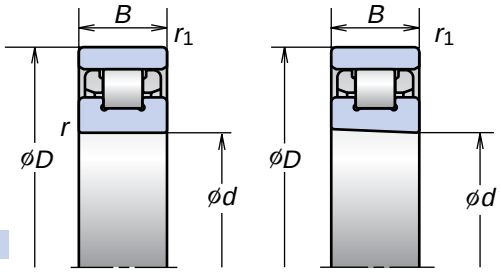
(1) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

*Если Вам нужен цилиндрический тип внутреннего отверстия, уберите символ "KR" и оставьте поле этого символа пустым.

Сверхскоростные однорядные роликоподшипники (Серия с низким уровнем тепловыделения)

Серия 10

Внутренний диаметр 45-85 мм



*Цилиндрическое внутреннее отверстие

Коническое внутреннее отверстие

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . .139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Номера подшипников	Основные размеры (мм)				Номинальная грузоподъемность (кН)		Диаметр описанной окружности ролика (мм) (ссылка)	Масса (кг) (примерно)	Предельные скорости (1) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r*	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)			Консистентная смазка	Масло
N1009RSZTPKR	**45**	**75**	**16**	1.0	16.0	14.7	67.5	0.243	16 000	23 000
N1009RXZTPKR	**45**	**75**	**16**	1.0	16.0	14.7	67.5	0.243	21 000	30 000
N1009RXHZTPKR	**45**	**75**	**16**	1.0	16.0	14.7	67.5	0.220	23 000	36 000
N1010RSZTPKR	**50**	**80**	**16**	1.0	17.1	16.5	72.5	0.262	15 000	21 000
N1010RXZTPKR	**50**	**80**	**16**	1.0	17.1	16.5	72.5	0.262	20 000	27 000
N1010RXHZTPKR	**50**	**80**	**16**	1.0	17.1	16.5	72.5	0.237	21 000	34 000
N1011RSZTPKR	**55**	**90**	**18**	1.1	20.7	19.7	81.0	0.344	13 000	19 000
N1011RXZTPKR	**55**	**90**	**18**	1.1	20.7	19.7	81.0	0.344	18 000	25 000
N1011RXHZTPKR	**55**	**90**	**18**	1.1	20.7	19.7	81.0	0.313	19 000	30 000
N1012RSZTPKR	**60**	**95**	**18**	1.1	22.2	22.1	86.1	0.411	12 000	18 000
N1012RXZTPKR	**60**	**95**	**18**	1.1	22.2	22.1	86.1	0.411	17 000	23 000
N1012RXHZTPKR	**60**	**95**	**18**	1.1	22.2	22.1	86.1	0.372	18 000	28 000
N1013RSZTPKR	**65**	**100**	**18**	1.1	23.6	24.5	91.0	0.484	11 000	17 000
N1013RXZTPKR	**65**	**100**	**18**	1.1	23.6	24.5	91.0	0.484	16 000	22 000
N1013RXHZTPKR	**65**	**100**	**18**	1.1	23.6	24.5	91.0	0.437	17 000	27 000
N1014RSZTPKR	**70**	**110**	**20**	1.1	27.8	28.5	100.0	0.604	10 000	16 000
N1014RXZTPKR	**70**	**110**	**20**	1.1	27.8	28.5	100.0	0.604	15 000	20 000
N1014RXHZTPKR	**70**	**110**	**20**	1.1	27.8	28.5	100.0	0.546	16 000	24 000
N1015RSZTPKR	**75**	**115**	**20**	1.1	29.6	31.5	105.0	0.623	9 900	15 000
N1015RXZTPKR	**75**	**115**	**20**	1.1	29.6	31.5	105.0	0.536	14 000	19 000
N1015RXHZTPKR	**75**	**115**	**20**	1.1	29.6	31.5	105.0	0.565	15 000	23 000
N1016RSZTPKR	**80**	**125**	**22**	1.1	36.5	39.5	113.0	0.859	9 200	14 000
N1016RXZTPKR	**80**	**125**	**22**	1.1	36.5	39.5	113.0	0.859	13 000	17 000
N1016RXHZTPKR	**80**	**125**	**22**	1.1	36.5	39.5	113.0	0.785	14 000	21 000
N1017RSZTPKR	**85**	**130**	**22**	1.1	38.5	43.0	118.0	0.870	8 800	13 000
N1017RXZTPKR	**85**	**130**	**22**	1.1	38.5	43.0	118.0	0.870	12 000	17 000
N1017RXHZTPKR	**85**	**130**	**22**	1.1	38.5	43.0	118.0	0.796	13 000	20 000

(1) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

*Если Вам нужен цилиндрический тип внутреннего отверстия, уберите символ "KR" и оставьте поле этого символа пустым.

3. УПОРНО-РАДИАЛЬНЫЕ ШАРИКОПОДШИПНИКИ

Высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники

Серия ROBUST

Упорно-радиальные шарикоподшипники двустороннего действия

Серия TAC

Упорно-радиальные

Упорно-радиальные шарикоподшипники

Упорно-радиальные шарикоподшипники 100-105

Характеристики

Система обозначений

Таблицы подшипников

Высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники (Серия ROBUST)

Серия BAR10

Серия BTR10

Двойные упорно-радиальные шарикоподшипники (Серия TAC)

Серия TAC29D

Серия TAC20D

шарикоподшипники

Характеристики

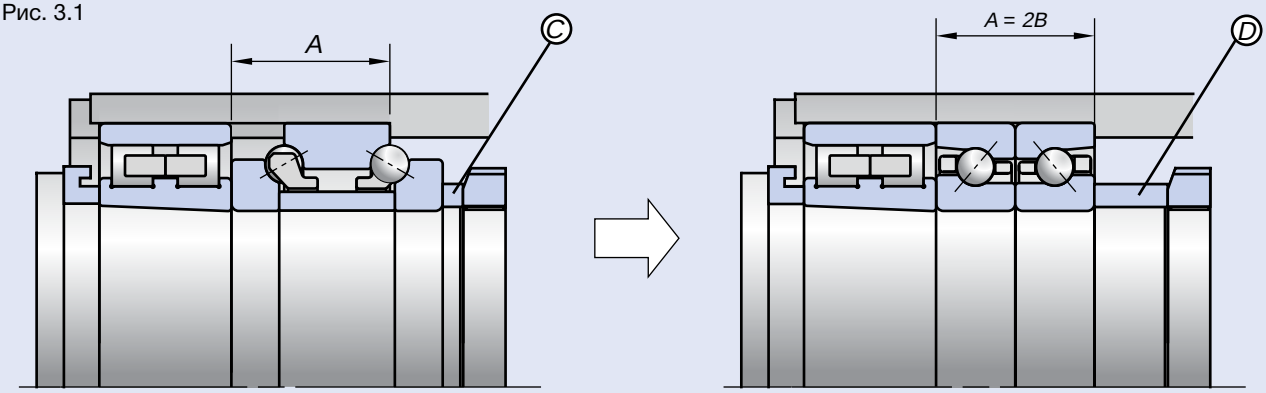
При применении в шпинделях станков шарикоподшипники, использующиеся в комбинации с двухрядными роликоподшипниками, должны обладать высокой жесткостью и способностью работать на высоких скоростях. Для того, чтобы покупатель мог выбрать подшипник, наиболее подходящий конкретным условиям применения, компания NSK выпускает три типа таких подшипников.

Все эти подшипники обладают специальными допусками внешних диаметров наружных колец (Классы P4A и P2A) для обеспечения зазора между внешней границей поверхности наружного кольца и отверстием корпуса во избежание каких бы то ни было нагрузок. Выпускаемые компанией NSK в серии ROBUST высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники способны работать на высоких скоростях, обеспечивая при этом большую жесткость. Диаметр шариков и их количество совпадают с этими же показателями подшипников серии TAC. Подшипники BTR имеют угол контакта в 40°, а подшипники BAR – в 30°. В результате мы получаем высокоскоростные характеристики при минимизации тепловыделения.

Взаимозаменяемость

Покупатели легко могут заменить используемые ими подшипники серии TAC20X на подшипники NSK серий BAR и BTR без необходимости замены вала или корпуса шпинделя станка. Оба типа подшипника обладают уникальными значениями ширины, благодаря чему в них размещается новое дистанционное кольцо Ⓓ, вместо старого Ⓒ (см. рис. 3.1).

Рис. 3.1



Угол контакта

В том, что касается изменений угла контакта, подшипники типа TAC отличаются высочайшим уровнем жесткости; им немного уступают подшипники BTR, а замыкает цепочку тип подшипников BAR. Однако в случае с повышением температуры наружного кольца характеристики располагаются в обратном порядке: подшипники BAR обладают самой высокой устойчивостью, за ними следуют подшипники BTR, а менее всего стойки подшипники TAC. Убедитесь в том, что Вы выбрали изделие, которое лучше всего отвечает конкретным требованиям условий эксплуатации Вашего оборудования.

Рис. 3.2

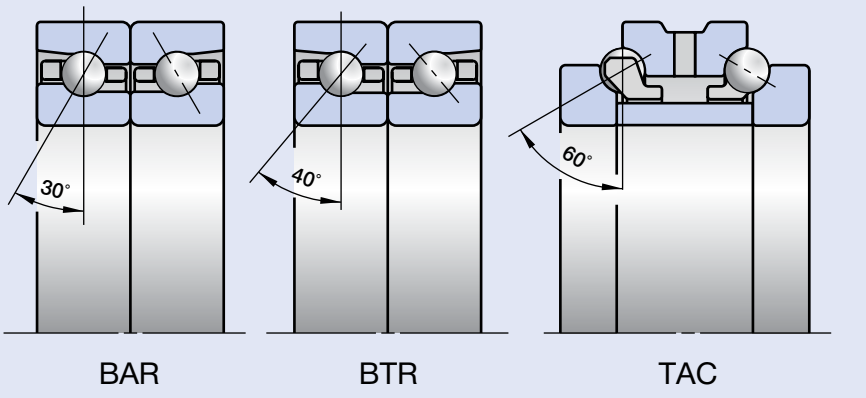
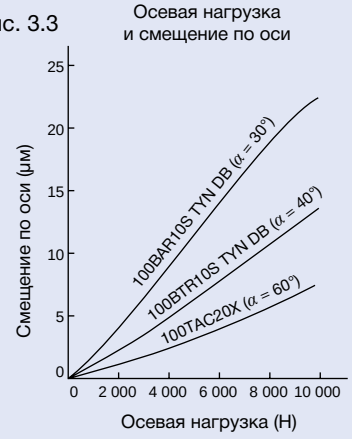


Рис. 3.3



Система обозначений сверхскоростных упорно-радиальных шарикоподшипников (Серия ROBUST)

Пример обозначения подшипника

100 BAR 10 S TYN DB L P4A

- 100 — Номинальный внутренний диаметр подшипника
- BAR — Обозначение типа подшипника
- 10 — Обозначение размера
- S — Обозначение материала
- TYN — Обозначение сепаратора
- DB — Обозначение компоновки
- L — Обозначение преднатяга
- P4A — Обозначение точности

			Справочные страницы
100	Номинальный внутренний диаметр	Внутренний диаметр (мм)	102-104
BAR	Тип подшипника	BAR: угол контакта 30° BTR: угол контакта 40°	28, 42-43, 100
10	Размер	10: серия 10 (можно узнать о размере внутреннего диаметра, наружного диаметра и специфических размерах NSK)	42-43, 100
S	Материал	Тип: S — Кольца: Подшипниковая сталь (SUJ2), Элементы качения: Подшипниковая сталь (SUJ2) Тип: H — Кольца: Подшипниковая сталь (SUJ2), Элементы качения: Керамика (Si_3N_4)	14-17, 28
TYN	Сепаратор	TYN: направляемый шариками полиамидный сепаратор; предельная скорость $d_m n$ = 1 400 000; предельная рабочая температура = 120°C (10 серия с максимальным внутренним диаметром 150 мм) (Если Вам нужен латунный точеный сепаратор, оставьте поле этого символа пустым)	18-19
DB	Компоновка	DB: компоновка «спина к спине»	42-43, 148-151
L	Преднатяг	EL: сверхлегкий преднатяг, L: легкий преднатяг CP: специальный преднатяг, CA: специальный осевой зазор	42-43, 152-155, 166
P4A	Точность	P2A: MOC Класс 2 за исключением внешнего диаметра P4A: MOC Класс 4 за исключением внешнего диаметра	182

Система обозначений упорно-радиальных шарикоподшипников двустороннего действия (серия TAC)

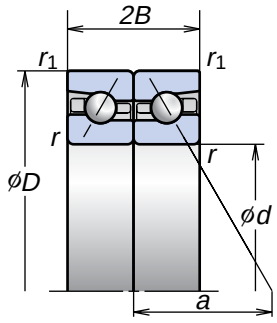
Пример обозначения подшипника

150 TAC 20D PN7 +L C6

- 150 — Номинальный внутренний диаметр подшипника
- TAC — Обозначение типа подшипника
- 20D — Обозначение размера
- PN7 — Обозначение точности
- +L — Обозначение дистанционного кольца
- C6 — Обозначение преднатяга

			Справочные страницы
100	Номинальный внутренний диаметр	Внутренний диаметр (мм)	105
TAC	Тип подшипника	Упорно-радиальный шарикоподшипник; угол контакта 60°	28, 42-43, 100
20D	Размер	20X: объединено с серией NN30 29X: объединено с сериями NN39 и NN49	42-43, 100
PN7	Точность	PN7: специальный класс точности	182
+L	Дистанционное кольцо	Дистанционное кольцо у внутреннего кольца	–
C6	Преднатяг	C6: стандартный преднатяг для смазывания консистентной смазкой C7: стандартный преднатяг для смазывания масляной смазкой	42-43 152-155 167

Высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники (Серия ROBUST)



Серия **BAR10**
Серия **BTR10**

Внутренний диаметр 50-105 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*2B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_a (Динамическая)	C_{0a} (Статическая)		*a*	(примерно)	Консистентная смазка	Масло
50BAR10S	**50**	**80**	**28.5**	1.0	0.6	14.7	27.7	18.4	25.7	0.272	11 600	14 700
50BAR10H	**50**	**80**	**28.5**	1.0	0.6			12.6		0.257	13 100	16 200
50BTR10S	**50**	**80**	**28.5**	1.0	0.6	17.4	31.5	21.5	34.1	0.272	10 000	13 100
50BTR10H	**50**	**80**	**28.5**	1.0	0.6			15.5		0.257	11 600	14 700
55BAR10S	**55**	**90**	**33.0**	1.1	0.6	18.2	35.0	23.4	28.9	0.412	10 400	13 200
55BAR10H	**55**	**90**	**33.0**	1.1	0.6			16.0		0.391	11 800	14 500
55BTR10S	**55**	**90**	**33.0**	1.1	0.6	21.6	40.0	26.4	38.3	0.412	9 000	11 800
55BTR10H	**55**	**90**	**33.0**	1.1	0.6			19.7		0.391	10 400	13 200
60BAR10S	**60**	**95**	**33.0**	1.1	0.6	18.9	38.0	25.5	30.4	0.420	9 700	12 300
60BAR10H	**60**	**95**	**33.0**	1.1	0.6			17.5		0.397	11 000	13 600
60BTR10S	**60**	**95**	**33.0**	1.1	0.6	22.4	43.5	25.8	40.4	0.420	8 400	11 000
60BTR10H	**60**	**95**	**33.0**	1.1	0.6			21.5		0.397	9 700	12 300
65BAR10S	**65**	**100**	**33.0**	1.1	0.6	19.5	41.5	27.7	31.8	0.447	9 100	11 600
65BAR10H	**65**	**100**	**33.0**	1.1	0.6			19.0		0.406	10 400	12 800
65BTR10S	**65**	**100**	**33.0**	1.1	0.6	23.1	47.0	27.3	42.5	0.447	7 900	10 400
65BTR10H	**65**	**100**	**33.0**	1.1	0.6			23.3		0.406	9 100	11 600
70BAR10S	**70**	**110**	**36.0**	1.1	0.6	26.9	55.0	37.5	34.7	0.601	8 400	10 600
70BAR10H	**70**	**110**	**36.0**	1.1	0.6			25.5		0.561	9 500	11 700
70BTR10S	**70**	**110**	**36.0**	1.1	0.6	32.0	63.0	35.0	46.3	0.601	7 300	9 500
70BTR10H	**70**	**110**	**36.0**	1.1	0.6			31.5		0.561	8 400	10 600
75BAR10S	**75**	**115**	**36.0**	1.1	0.6	27.3	58.0	39.0	36.1	0.634	7 900	10 000
75BAR10H	**75**	**115**	**36.0**	1.1	0.6			26.7		0.592	9 000	11 100
75BTR10S	**75**	**115**	**36.0**	1.1	0.6	32.5	65.5	36.5	48.4	0.634	6 900	9 000
75BTR10H	**75**	**115**	**36.0**	1.1	0.6			33.0		0.592	7 900	10 000

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

Перечисленные на этой странице предельные скорости приводятся для компоновки "спина к спине" (DB) со сверхлегким преднатягом (EL).

Отрегулируйте предельную скорость до 85% от цифры, показываемой при выборе легкого преднатяга (L)

Примечание: Тип подшипника BAR10: номинальный угол контакта 30°

Тип подшипника BTR10: номинальный угол контакта 40°

Дополнительные сведения см. на страницах
- Динамическая эквивалентная нагрузка. . 139
- Статическая эквивалентная нагрузка 146
- Преднатяг и жесткость. 152
- Размеры заплечиков вала и корпуса 186
- Положение смазочного сопла 192
- Количество закладываемой консистентной смазки 175

Серия BAR10
Серия BTR10 (продолжение)

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*2B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_a (Динамическая)	C_{0a} (Статическая)		*a*	(примерно)	Консистентная смазка	Масло
80BAR10S	**80**	**125**	**40.5**	1.1	0.6	32.0	68.5	46.5	39.4	0.875	7 400	9 300
80BAR10H	**80**	**125**	**40.5**	1.1	0.6			32.0		0.821	8 300	10 300
80BTR10S	**80**	**125**	**40.5**	1.1	0.6	38.0	78.0	43.0	52.7	0.875	6 400	8 300
80BTR10H	**80**	**125**	**40.5**	1.1	0.6			39.0		0.821	7 400	9 300
85BAR10S	**85**	**130**	**40.5**	1.1	0.6	32.5	71.5	48.5	41.1	0.971	7 000	8 900
85BAR10H	**85**	**130**	**40.5**	1.1	0.6			33.0		0.915	8 000	9 800
85BTR10S	**85**	**130**	**40.5**	1.1	0.6	38.5	81.5	50.5	55.2	0.971	6 100	8 000
85BTR10H	**85**	**130**	**40.5**	1.1	0.6			41.0		0.915	7 000	8 900
90BAR10S	**90**	**140**	**45**	1.5	1.0	42.5	92.5	62.5	44.4	1.198	6 600	8 300
90BAR10H	**90**	**140**	**45**	1.5	1.0			43.0		1.124	7 400	9 200
90BTR10S	**90**	**140**	**45**	1.5	1.0	50.0	105	58.0	59.5	1.198	5 700	7 400
90BTR10H	**90**	**140**	**45**	1.5	1.0			52.5		1.124	6 600	8 300
95BAR10S	**95**	**145**	**45**	1.5	1.0	43.0	96.5	65.0	45.5	1.320	6 300	8 000
95BAR10H	**95**	**145**	**45**	1.5	1.0			44.5		1.231	7 100	8 800
95BTR10S	**95**	**145**	**45**	1.5	1.0	51.0	110	69.0	61.0	1.320	5 500	7 100
95BTR10H	**95**	**145**	**45**	1.5	1.0			55.0		1.231	6 300	8 000
100BAR10S	**100**	**150**	**45**	1.5	1.0	43.5	100	68.0	47.3	1.399	6 000	7 600
100BAR10H	**100**	**150**	**45**	1.5	1.0			46.5		1.307	6 800	8 400
100BTR10S	**100**	**150**	**45**	1.5	1.0	51.5	114	66.5	63.7	1.399	5 200	6 800
100BTR10H	**100**	**150**	**45**	1.5	1.0			57.0		1.307	6 000	7 600
105BAR10S	**105**	**160**	**49.5**	2.0	1.0	49.5	115	78.0	50.6	1.740	5 700	7 200
105BAR10H	**105**	**160**	**49.5**	2.0	1.0			53.5		1.624	6 500	8 000
105BTR10S	**105**	**160**	**49.5**	2.0	1.0	58.5	131	84.0	68.0	1.740	5 000	6 500
105BTR10H	**105**	**160**	**49.5**	2.0	1.0			65.5		1.624	5 700	7 200

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

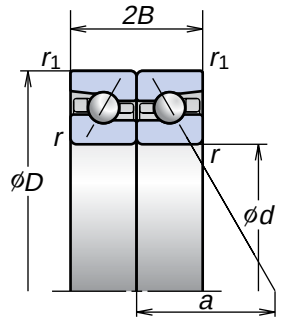
Перечисленные на этой странице предельные скорости приводятся для компоновки "спина к спине" (DB) со сверхлегким преднатягом (EL).

Отрегулируйте предельную скорость до 85% от цифры, показываемой при выборе легкого преднатяга (L)

Примечание: Тип подшипника BAR10: номинальный угол контакта 30°

Тип подшипника BTR10: номинальный угол контакта 40°

Высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники (Серия ROBUST)



Серия **BAR10**
Серия **BTR10**

Внутренний диаметр 110-200 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Номинальная грузоподъемность (кН)		Допустимая осевая нагрузка (1) (кН)	Центр приложения нагрузки (мм)	Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*2B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_a (Динамическая)	C_{0a} (Статическая)		*a*	(примерно)	Консистентная смазка	Масло
110BAR10S	**110**	**170**	**54.0**	2.0	1.0	55.5	131	89.0	53.9	2.11	5 400	6 800
110BAR10H	**110**	**170**	**54.0**	2.0	1.0			60.5		1.972	6 100	7 500
110BTR10S	**110**	**170**	**54.0**	2.0	1.0	66.0	148	82.5	72.2	2.11	4 700	6 100
110BTR10H	**110**	**170**	**54.0**	2.0	1.0			74.5		1.972	5 400	6 800
120BAR10S	**120**	**180**	**54.0**	2.0	1.0	57.0	141	96.0	56.8	2.262	5 000	6 400
120BAR10H	**120**	**180**	**54.0**	2.0	1.0			65.5		2.114	5 700	7 000
120BTR10S	**120**	**180**	**54.0**	2.0	1.0	68.0	160	88.5	76.4	2.262	4 400	5 700
120BTR10H	**120**	**180**	**54.0**	2.0	1.0			80.5		2.114	5 000	6 400
130BAR10S	**130**	**200**	**63.0**	2.0	1.0	72.5	172	117	63.4	3.362	4 600	5 800
130BAR10H	**130**	**200**	**63.0**	2.0	1.0			79.5		3.148	5 200	6 400
130BTR10S	**130**	**200**	**63.0**	2.0	1.0	86.0	195	106	85.0	3.362	4 000	5 200
130BTR10H	**130**	**200**	**63.0**	2.0	1.0			98.0		3.148	4 600	5 800
140BAR10S	**140**	**210**	**63.0**	2.0	1.0	78.5	200	135	66.2	3.558	4 300	5 500
140BTR10S	**140**	**210**	**63.0**	2.0	1.0	93.0	227	84.0	89.1	3.558	3 800	4 900
150BAR10S	**150**	**225**	**67.5**	2.1	1.1	92.5	234	160	71	4.354	4 000	5 100
150BTR10S	**150**	**225**	**67.5**	2.1	1.1	110	267	104	95.5	4.354	3 500	4 600
160BAR10S	**160**	**240**	**72.0**	2.1	1.1	98.5	250	175	75.7	5.64	3 800	4 800
160BTR10S	**160**	**240**	**72.0**	2.1	1.1	117	284	184	101.9	5.64	3 300	4 300
170BAR10S	**170**	**260**	**81.0**	2.1	1.1	115	295	207	82.3	7.90	3 500	4 500
170BTR10S	**170**	**260**	**81.0**	2.1	1.1	136	335	220	110.5	7.90	3 100	4 000
180BAR10S	**180**	**280**	**90.0**	2.1	1.1	151	385	262	88.8	10.2	3 300	4 200
180BTR10S	**180**	**280**	**90.0**	2.1	1.1	179	440	255	118.9	10.2	2 900	3 700
190BAR10S	**190**	**290**	**90.0**	2.1	1.1	151	390	273	91.8	10.7	3 200	4 000
190BTR10S	**190**	**290**	**90.0**	2.1	1.1	179	445	281	123.2	10.7	2 800	3 600
200BAR10S	**200**	**310**	**99.0**	2.1	1.1	169	444	300	98.3	13.8	3 000	3 800
200BTR10S	**200**	**310**	**99.0**	2.1	1.1	201	505	310	131.7	13.8	2 600	3 400

(1) О допустимой осевой нагрузке см. на стр. 147.

(2) О применении предельных скоростей см. на стр. 170.

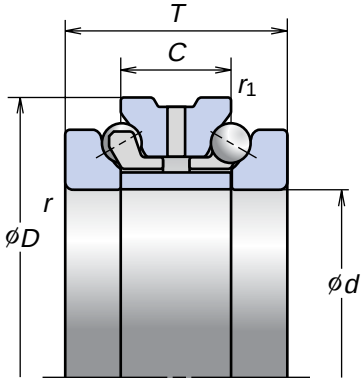
Перечисленные на этой странице предельные скорости приводятся для компоновки "спина к спине" (DB) со сверхлегким преднатягом (EL).

Отрегулируйте предельную скорость до 85% от цифры, показываемой при выборе легкого преднатяга (L)

Примечание: Тип подшипника BAR10: номинальный угол контакта 30°

Тип подшипника BTR10: номинальный угол контакта 40°

Двойные упорно-радиальные шарикоподшипники (Серия TAC)



Серия **TAC29D**
Серия **TAC20D**

Внутренний диаметр 140-280 мм

Номера подшипников	Основные размеры (мм)						Номинальная грузоподъемность (кН)		Масса (кг)	Предельные скорости (2) (об\мин)	
	d	*D*	*T*	*C*	*r* (мин)	r_1 (мин)	C_a (Динамическая)	C_{0a} (Статическая)	(примерно)	Консистентная смазка	Масло
140TAC20D+L	**140**	**210**	**84**	**42**	2.0	1.0	145	525	8.750	2 600	2 900
150TAC29D+L	**150**	**210**	**72**	**36**	2.0	1.0	116	465	6.600	2 500	2 800
150TAC20D+L	**150**	**225**	**90**	**45**	2.1	1.1	172	620	10.700	2 400	2 700
160TAC29D+L	**160**	**220**	**72**	**36**	2.0	1.0	118	490	7.000	2 400	2 700
160TAC20D+L	**160**	**240**	**96**	**48**	2.1	1.1	185	680	13.000	2 300	2 500
170TAC29D+L	**170**	**230**	**72**	**36**	2.0	1.0	120	520	7.350	2 300	2 500
170TAC20D+L	**170**	**260**	**108**	**54**	2.1	1.1	218	810	17.700	2 100	2 400
180TAC29D+L	**180**	**250**	**84**	**42**	2.0	1.0	158	655	10.700	2 100	2 400
180TAC20D+L	**180**	**280**	**120**	**60**	2.1	1.1	281	1 020	23.400	2 000	2 200
190TAC29D+L	**190**	**260**	**84**	**42**	2.0	1.0	161	695	11.200	2 000	2 300
190TAC20D+L	**190**	**290**	**120**	**60**	2.1	1.1	285	1 060	24.400	1 900	2 100
200TAC29D+L	**200**	**280**	**96**	**48**	2.1	1.1	204	855	15.700	1 900	2 100
200TAC20D+L	**200**	**310**	**132**	**66**	2.1	1.1	315	1 180	31.500	1 800	2 000
220TAC29D+L	**220**	**300**	**96**	**48**	2.1	1.1	210	930	17.000	1 800	2 000
240TAC29D+L	**240**	**320**	**96**	**48**	2.1	1.1	213	980	18.300	1 700	1 800
260TAC29D+L	**260**	**360**	**120**	**60**	2.1	1.1	315	1 390	31.500	1 500	1 700
280TAC29D+L	**280**	**380**	**120**	**60**	2.1	1.1	320	1 470	33.500	1 400	1 600

(1) Перечисленные на этой странице предельные скорости приводятся на основе рекомендованного стандартного преднатяга (C6 и C7)

Примечание: Подшипник типа TAC29X: номинальный угол контакта 60°

Подшипник типа TAC20X: номинальный угол контакта 60°

4. ПОДШИПНИКИ ОПОР ШАРИКОВИНТОВЫХ ПАР

Для применения в станочном оборудовании

Серия TAC B

Для применения в термопластоавтоматах

Серия TAC02 и 03

Для применения в станочном оборудовании

Опоры шариковинтовых пар

Подшипники опор

Часть 4

Подшипники опор шариковинтовых пар

Упорно-радиальные шарикоподшипники
для опор шариковинтовых пар 108-113

Характеристики

Система обозначений

Таблицы подшипников

для применения в станочном оборудовании

Серия TAC B

для применения в термопластоавтоматах

Серия TAC02 и 03

Опоры для шариковинтовых пар 114-115

Характеристики

Система обозначений

Таблицы опор

шариковинтовых пар

Упорно-радиальные шарикоподшипники для опор шариковинтовых пар

Характеристики

Высокоточные упорно-радиальные шариковые подшипники для опор прецизионных шариковинтовых пар имеют лучшие рабочие характеристики по сравнению с использовавшимися ранее комбинациями радиально-упорных шариковых подшипников или упорных подшипников. В особенности эти подшипники подходят для высокоточных механизмов подач станочного оборудования и тому подобных установок.

Серия TAC B (для применения в станочном оборудовании)

Эта серия подшипников обладает высокой осевой жесткостью благодаря большому количеству шариков и углу контакта в 60°. По сравнению с коническими или цилиндрическими роликоподшипниками данный тип обладает меньшим пусковым моментом, что обеспечивает более плавное вращение при меньшей движущей силе.

Подшипники этой серии с контактным уплотнением “DG” с низким крутящим моментом и водоотталкивающей смазкой “WPH” обладают большей надежностью и просты в использовании. Наша сталь EP производится путем контролирования количества вредных неметаллических примесей на основе оксидов, когда уничтожаются крупные включения, в результате чего сталь отличается более высокой степенью чистоты, чем сталь вакуумно-дугового переплава.

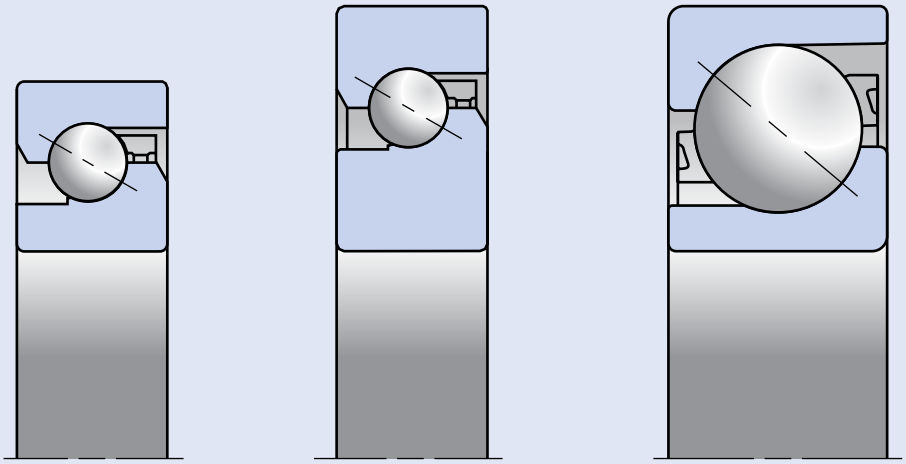
Серия TAC 02 и 03 (для применения в термопластоавтоматах)

В сериях TAC 02 и 03 представлены шариковые подшипники с угловым контактом, которые обеспечивают опору для шариковых винтовых пар большого размера, действуя под большой нагрузкой движущего механизма термопластоавтоматов. Оптимальная конструкция шариковых подшипников позволяет достичь небольшого момента вращения. Пользователи могут значительно сократить момент вращения подшипников, заменив применяемые ими роликовые подшипники на подшипники этих серий.

Различия между подшипниками серий TAC B и TAC 02, 03

В электрических термопластоавтоматах на подшипники опор шарико-винтовых пар воздействует более высокая нагрузка, чем в станках. Подшипники TAC 02 и 03 специально предназначены для работы в условиях высокой нагрузки. Подшипники TAC B сконструированы для восприятия усиленной допустимой нагрузки за счет увеличения количества шариков и ширины подшипника.

Рис. 4.1



55TAC100B (Серия TAC B) | 55TAC120B (Серия TAC B) | 55TAC03A (Серия TAC02, 03)

Система обозначения упорно-радиальных шариковых подшипников для опор шариковинтовых пар (применение в станочном оборудовании)

Пример обозначения подшипника

30	TAC	62	B		DF	C10	PN7A

- 30 — Номинальный внутренний диаметр подшипника
- TAC — Обозначение типа подшипника
- 62 — Номинальный наружный диаметр
- B — Обозначение внутренней конструкции
- DF — Обозначение компоновки
- C10 — Обозначение преднатяга
- PN7A — Обозначение точности

			Справочные страницы
30	Номинальный внутренний диаметр	Внутренний диаметр (мм)	110-111
TAC	Тип подшипника	Упорно-радиальный шариковый подшипник, угол контакта 60°	30, 108
62	Номинальный внешний диаметр	Наружний диаметр (мм)	110-111
B	Внутренняя конструкция		–
	Уплотнение	Символ отсутствует: открытый тип DDG: резиновое контактное уплотнение (1)	30
DF	Компоновка	SU: универсальная компоновка (однорядная) DU: универсальная компоновка (двухрядная) DB: компоновка «спина к спине» DF: компоновка «лицом к лицу» DT: компоновка «тандем» DBD, DFD, DTD: триплексная компоновка DBB, DFF, DBT, DFT, DTT: квадруплексная компоновка	148-151
C10	Преднатяг	C10: стандартный преднатяг C9: легкий преднатяг (характеристика низкого момента вращения)	152-155, 168
PN7A	Точность	PN7A: стандартная точность (эквивалент стандарта MOC Класс 4) PN7B: специальная точность (внутренний и наружный диаметры представлены исключительно NSK. Эквивалент стандарта MOC Класс 4. Только для компоновки SU.)	183

(1) Закрытые упорно-радиальные подшипники для опор шариковинтовых пар являются стандартными для компоновок SU и точности PN7B.

Система обозначения упорно-радиальных шариковых подшипников для опор шариковинтовых пар (термопластоавтоматы)

Пример обозначения подшипника

30	TAC	02	A	T85	SU	M	PN5D

- 30 — Номинальный внутренний диаметр подшипника
- TAC — Обозначение типа подшипника
- 02 — Обозначение размерной серии
- A — Обозначение внутренней конструкции
- T85 — Обозначение уплотнения
- SU — Обозначение компоновки
- M — Обозначение преднатяга
- PN5D — Обозначение точности

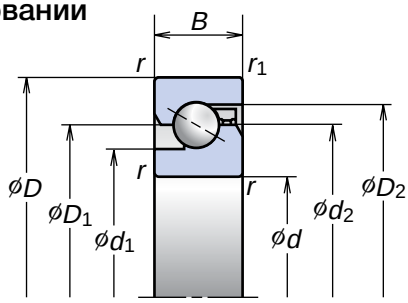
			Справочные страницы
30	Номинальный внутренний диаметр	Внутренний диаметр (мм)	112-113
TAC	Тип подшипника	Упорно-радиальный шариковый подшипник, угол контакта 60°	31, 108
02	Серия размерности	02: Серия 02, 03: Серия 03	108
A	Внутренняя конструкция		–
T85	Сепаратор	T85: полиамидный сепаратор M: механически обработанный латунный сепаратор	18-19
SU	Компоновка	SU: универсальная компоновка (однорядная) – 1 подшипник	148-151
M	Преднатяг	M: точеный латунный сепаратор	152-155, 168
PN5D	Точность	PN5D: стандартная точность (эквивалент стандарта MOC Класс 5)	183

4. ПОДШИПНИКИ ОПОР ШАРИКОВИНТОВЫХ ПАР

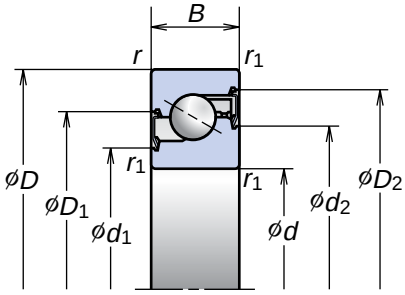
Для применения в станочном оборудовании

Серия **TAC B**

Внутренний диаметр 15-60 мм



Открытый тип



Закрытые, тип DDG

(Открытый тип)

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Справочные размеры (мм)				Рекомендуемые количества смазки (cc)	Предельные скорости (1) (об\мин)	
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	d_1	d_2	D_1	D_2		Консистентная смазка	Масло
15 TAC 47B	**15**	**47**	**15**	1.0	0.6	27.2	34	34	39.6	2.2	6 000	8 000
17 TAC 47B	**17**	**47**	**15**	1.0	0.6	27.2	34	34	39.6	2.2	6 000	8 000
20 TAC 47B	**20**	**47**	**15**	1.0	0.6	27.2	34	34	39.6	2.2	6 000	8 000
25 TAC 62B	**25**	**62**	**15**	1.0	0.6	37	45	45	50.7	3.0	4 500	6 000
30 TAC 62B	**30**	**62**	**15**	1.0	0.6	39.5	47	47	53.2	3.2	4 300	5 600
35 TAC 72B	**35**	**72**	**15**	1.0	0.6	47	55	55	60.7	3.8	3 600	5 000
40 TAC 72B	**40**	**72**	**15**	1.0	0.6	49	57	57	62.7	3.9	3 600	4 800
40 TAC 90B	**40**	**90**	**20**	1.0	0.6	57	68	68	77.2	8.8	3 000	4 000
45 TAC 75B	**45**	**75**	**15**	1.0	0.6	54	62	62	67.7	4.2	3 200	4 300
45 TAC 100B	**45**	**100**	**20**	1.0	0.6	64	75	75	84.2	9.7	2 600	3 600
50 TAC 100B	**50**	**100**	**20**	1.0	0.6	67.5	79	79	87.7	10.2	2 600	3 400
55 TAC 100B	**55**	**100**	**20**	1.0	0.6	67.5	79	79	87.7	10.2	2 600	3 400
55 TAC 120B	**55**	**120**	**20**	1.0	0.6	82	93	93	102.2	12	2 200	3 000
60 TAC 120B	**60**	**120**	**20**	1.0	0.6	82	93	93	102.2	12	2 200	3 000

(Закрытый тип)

Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Справочные размеры (мм)				Предельные скорости (1) (об\мин)
	d	*D*	*B*	*r* (мин)	r_1 (мин)	d_1	d_2	D_1	D_2	Консистентная смазка
15 TAC 47B DDG	**15**	**47**	**15**	1.0	0.6	25.1	30.8	36	41.8	6 000
17 TAC 47B DDG	**17**	**47**	**15**	1.0	0.6	25.1	30.8	36	41.8	6 000
20 TAC 47B DDG	**20**	**47**	**15**	1.0	0.6	25.1	30.8	36	41.8	6 000
25 TAC 62B DDG	**25**	**62**	**15**	1.0	0.6	34.3	40.5	46.5	52.9	4 500
30 TAC 62B DDG	**30**	**62**	**15**	1.0	0.6	36.8	43	49	55.4	4 300
35 TAC 72B DDG	**35**	**72**	**15**	1.0	0.6	44.3	50.5	56.5	62.9	3 600
40 TAC 72B DDG	**40**	**72**	**15**	1.0	0.6	46.3	52.5	58.5	64.9	3 600
40 TAC 90B DDG	**40**	**90**	**20**	1.0	0.6	54	64	70	79.4	3 000
45 TAC 100B DDG	**45**	**100**	**20**	1.0	0.6	61	71	77	86.4	2 600

(1) Предельные скорости приводятся на основе преднатяга C10. В случае использования преднатяга C9 приведенные выше числовые данные умножаются на 1,3. Тип компоновки на приведенные величины не влияет.

Примечание: Подшипник TAC B: номинальный угол контакта 60°

Номинальная динамическая грузоподъемность C_a			Предельная осевая нагрузка (2)			Масса (кг) (примерно)
Однорядная нагрузка DF, DB	Двухрядная нагрузка DT, DFD, DBD, DFF, DBB	Трехрядная нагрузка DTD, DFT, DBT	Однорядная нагрузка DF, DB	Двухрядная нагрузка DT, DFD, DBD, DFF, DBB	Трехрядная нагрузка DTD, DFT, DBT	
(кН)	(кН)	(кН)	(кН)	(кН)	(кН)	
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.144
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.144
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.135
28.5	46.5	61.5	40.5	81.5	122	0.252
29.2	47.5	63.0	43.0	86.0	129	0.224
31.0	50.5	67.0	50.0	100	150	0.310
31.5	51.5	68.5	52.0	104	157	0.275
59.0	95.5	127	89.5	179	269	0.674
33.0	53.5	71.0	57.0	114	170	0.270
61.5	100	133	99.0	198	298	0.842
63.0	102	136	104	208	310	0.778
63.0	102	136	104	208	310	0.714
67.5	109	145	123	246	370	1.230
67.5	109	145	123	246	370	1.160

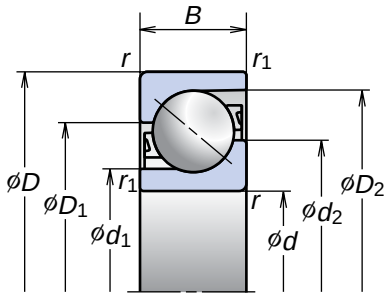
Номинальная динамическая грузоподъемность C_a			Предельная осевая нагрузка (2)			Масса (кг) (примерно)
Однорядная нагрузка DF, DB	Двухрядная нагрузка DT, DFD, DBD, DFF, DBB	Трехрядная нагрузка DTD, DFT, DBT	Однорядная нагрузка DF, DB	Двухрядная нагрузка DT, DFD, DBD, DFF, DBB	Трехрядная нагрузка DTD, DFT, DBT	
(кН)	(кН)	(кН)	(кН)	(кН)	(кН)	
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.144
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.144
21.9	35.5	47.5	26.6	53.0	79.5	0.135
28.5	46.5	61.5	40.5	81.5	122	0.252
29.2	47.5	63.0	43.0	86.0	129	0.224
31.0	50.5	67.0	50.0	100	150	0.310
31.5	51.5	68.5	52.0	104	157	0.275
59.0	95.5	127	89.5	179	269	0.674
61.5	100	133	99.0	198	298	0.842

(2) Допустимая осевая нагрузка равна 0,7 предельной осевой нагрузки.

Для термопластоавтоматов

Серия **TAC02 и 03**

Внутренний диаметр 15-120 мм



Номера подшипников	Основные размеры (мм)					Справочные размеры (мм)				Рекомендуемые количество смазки (cc)	Угол контакта (°)	Предельные скорости (1) (об\мин)
	d	***D***	***B***	*r* (мин)	r_1 (мин)	d_1	d_2	D_1	D_2			
15TAC02AT85	**15**	**35**	**11**	0.6	0.3	19.5	23.5	26.5	31.9	0.98	50	12 000
25TAC02AT85	**25**	**52**	**15**	1.0	0.6	30.5	36.6	40.4	47.4	3	50	7 700
TAC35-2T85	**35**	**90**	**23**	1.5	1.0	49.7	61.4	68.6	81.9	15	50	4 600
40TAC03AT85	**40**	**90**	**23**	1.5	1.0	49.7	61.4	68.6	81.9	15	50	4 600
45TAC03AT85	**45**	**100**	**25**	1.5	1.0	55.8	68.6	76.4	91.0	19	50	4 100
TAC45-2T85	**45**	**110**	**27**	2.0	1.0	60.3	75.6	84.5	100.9	27	50	3 700
50TAC03AT85	**50**	**110**	**27**	2.0	1.0	60.3	75.6	84.5	100.9	27	50	3 700
55TAC03AT85	**55**	**120**	**29**	2.0	1.0	67.1	82.7	92.3	110.1	32	50	3 400
60TAC03AT85	**60**	**130**	**31**	2.1	1.1	72.1	89.8	100.2	119.4	54	50	3 100
80TAC03AM	**80**	**170**	**39**	2.1	1.1	94.0	118.5	131.5	152.5	82	50	2 400
100TAC03CMC	**100**	**215**	**47**	3.0	1.1	122.5	156.9	158.1	188.1	120	55	1 900
120TAC03CMC	**120**	**260**	**55**	3.0	1.1	153.0	189.3	190.7	223.5	170	55	1 500

(1) Предельные скорости, указанные на этой странице, приведены на основе стандартного преднатяга (M).

Номинальная динамическая грузоподъемность C_a			Предельная осевая нагрузка (1)		
Однорядная нагрузка DF, DB	Двухрядная нагрузка DT, DFD, DBD, DFF, DBB	Трехрядная нагрузка DTD, DFT, DBT	Однорядная нагрузка DF, DB	Двухрядная нагрузка DT, DFD, DBD, DFF, DBB	Трехрядная нагрузка DTD, DFT, DBT
(кН)	(кН)	(кН)	(кН)	(кН)	(кН)
18.8	30.5	40.5	11.5	22.9	34.5
33.5	54.5	72.0	22.7	45.5	68.0
102	166	220	75.5	151	226
102	166	220	75.5	151	226
120	195	259	91.5	183	274
150	243	325	116	232	350
150	243	325	116	232	350
171	278	370	133	266	400
196	320	425	152	305	455
274	445	590	238	475	715
365	595	795	231	460	690
430	700	930	295	590	885

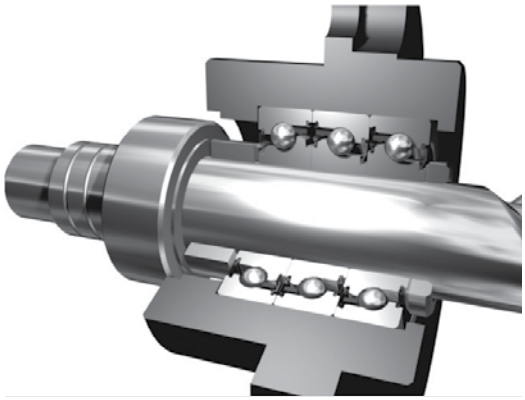
(1) Допустимая осевая нагрузка равна 0,7 предельной осевой нагрузки.

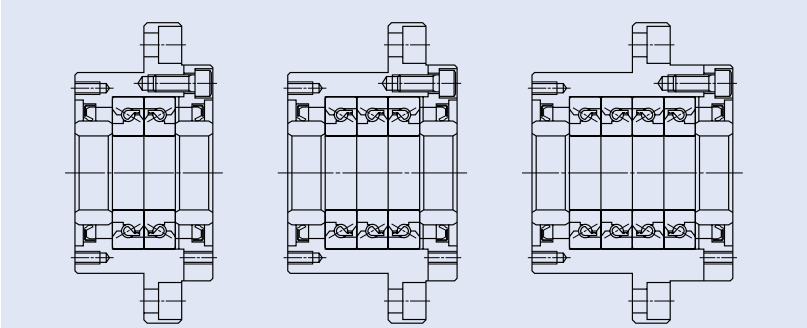
Опоры для шариковинтовых пар

В опорных узлах тяжелых станков используются прецизионные упорно-радиальные шарикоподшипники с большой жесткостью для опор шаровинтовых пар (серия TAC), которые могут эффективно выполнять функцию опорного подшипника шариковинтовой пары.
На рисунке ниже представлены три типа выпускаемых компоновок.

Характеристики:

- Пылестойкая конструкция позволяет пользователям легко сконструировать боковую часть шариковинтовой пары.
- Поскольку в опорный узел устанавливается подшипник с преднатягом, нет необходимости в процессе сборки подшипника.





Компоновка DF
WBK···DF-31

Компоновка DFD
WBK···DFD-31

Компоновка DFF
WBK···DFF-31

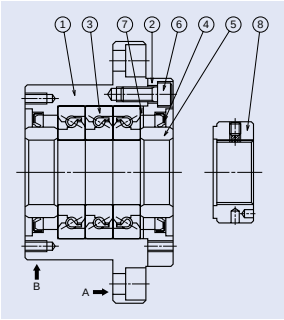
Номера опорных узлов	Детали опорных узлов																
	d	D	D_1	D_2	L	L_1	L_2	A	W	X	Y	Z	d_1*	l*	V*	P*	Q*
WBK17DF-31	17	70	106	72	60	32	15	80	88	9	14	8.5	45	3	58	M5	10
WBK20DF-31	20	70	106	72	60	32	15	80	88	9	14	8.5	45	3	58	M5	10
WBK25DF-31	25	85	130	90	66	33	18	100	110	11	17.5	11	57	4	70	M6	12
WBK25DFD-31					81	48											
WBK30DF-31	30	85	130	90	66	33	18	100	110	11	17.5	11	57	4	70	M6	12
WBK30DFD-31					81	48											
WBK35DF-31	35	95	142	102	66	33	18	106	121	11	17.5	11	69	4	80	M6	12
WBK35DFD-31					81	48											
WBK35DFF-31					96	48											
WBK40DF-31	40	95	142	102	66	33	18	106	121	11	17.5	11	69	4	80	M6	12
WBK40DFD-31					81	48											
WBK40DFF-31					96	48											

Примечание: 1. Жесткость:
Значения жесткости в таблице отражают теоретические значения, рассчитанные из упругого смещения между канавками и стальными шариками.
2. Пусковой крутящий момент:
Пусковой крутящий момент в таблице отражает пусковой момент, необходимый для подшипника с преднатягом, без учета крутящего момента уплотнения.
3. Допуски наружного диаметра вала в месте соприкосновения с подшипниками узла:
Для наружного диаметра вала в месте соприкосновения с подшипниками узла рекомендуется класс h5.

Система обозначений опорных узлов

Пример обозначения опорного узла: **WBK 30 DFD - 31**

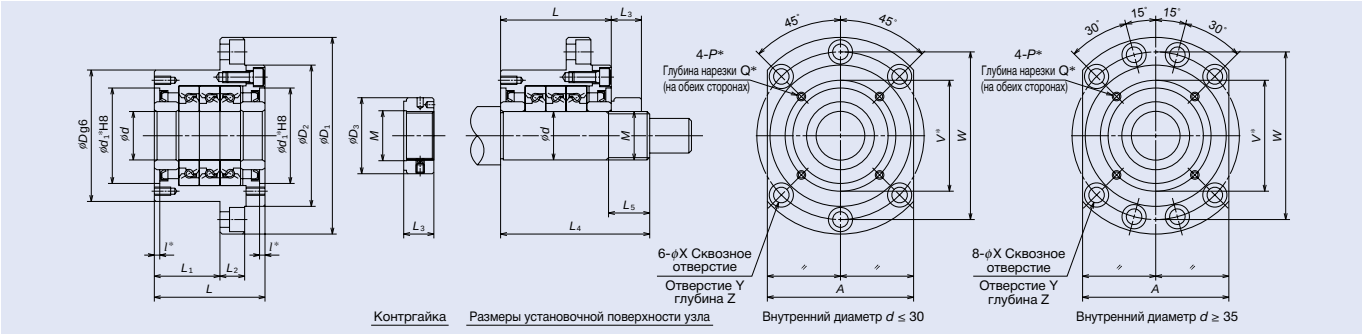
- WBK — Обозначение опорного узла
- 30 — Номинальный внутренний диаметр
- DFD — Обозначение компоновки подшипника
  - DF: двухрядная компоновка
  - DFD: трехрядная компоновка
  - DFF: четырехрядная компоновка
- 31 — Серийный номер



Детали опорного узла

№ детали	Наименование детали	Количество
①	Корпус	1
②	Стопорная крышка	1
③	Упорно-радиальный шарикоподшипник для опоры шаровинтовой пары	1 комплект
④	Пыльник	2
⑤	Втулка	2
⑥	Болт, фиксирующий преднатяг	6 или 8
⑦	Регулировочная шайба	1 комплект
⑧	Контргайка	1

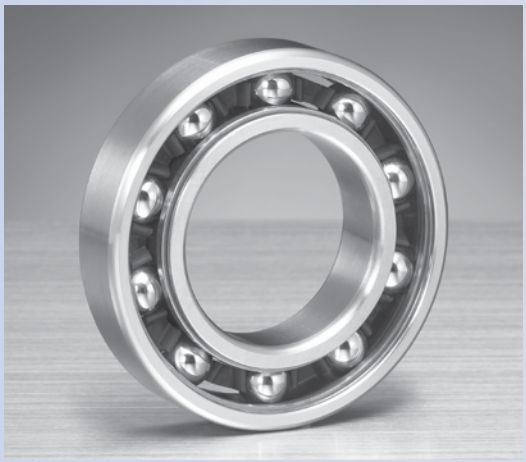
1. Используйте базовые поверхности A и B для установки корпуса на станину станка.
2. Не разбирайте опорный узел NSK, потому что его преднатяг отрегулирован с высокой точностью, а детали ①, ②, ③, ④, ⑥ и ⑦ представляют единую конструкцию.
3. Смазка уже заложена в подшипник.
4. Контргайка ⑧ сделана специально под шариковый винт, а его перпендикулярность контролируется относительно треугольной резьбы винта.
   Чтобы предотвратить ослабление, затяните контргайку при помощи маленьких винтов, предотвращающихся проворачивание.
   Контргайку можно приобрести отдельно. Подробнее о упорно-радиальных шарикоподшипниках для опор шаровинтовых пар см. на стр. 110.



Единицы: мм

Номинальная динамическая грузоподъемность C_a (Н)	Предельная осевая нагрузка (Н)	Предварительная нагрузка (Н)	Осевая жесткость (Н/мм)	Пусковой момент (Н·см)	Контргайка			Гнездо подшипника для узла		
					M	D_3	L_3	d	L_4	L_5
21 900	26 600	2 150	750	14.0	M17×1	37	18	17	81	23
21 900	26 600	2 150	750	14.0	M20×1	40	18	20	81	23
28 500	40 500	3 150	1 000	23.0	M25×1.5	45	20	25	89	26
46 500	81 500	4 300	1 470	31.0					104	
29 200	43 000	3 350	1 030	24.0	M30×1.5	50	20	30	89	26
47 500	86 000	4 500	1 520	33.0					104	
31 000	50 000	3 800	1 180	28.0	M35×1.5	55	22	35	92	30
50 500	100 000	5 200	1 710	37.0					107	
50 500	100 000	7 650	2 350	55.0					122	
31 500	52 000	3 900	1 230	28.0	M40×1.5	60	22	40	92	30
51 500	104 000	5 300	1 810	38.0					107	
51 500	104 000	7 800	2 400	57.0					122	

Примечание: 4. Размеры, отмеченные *
Детали винта и центрирующего буртика, отмеченные *, используются для монтажа уплотнения в стандартном полом шариковом винте NSK, а также при монтаже пылезащитной крышки и демпфера.
5. Поскольку смазка уже заложена в подшипник, его можно использовать сразу без предварительной подготовки.



Прецизионные радиальные шарикоподшипники

Полиамидный сепаратор

Прецизионные радиальные

Часть 4

Прецизионные радиальные шарикоподшипники

Прецизионные радиальные шарикоподшипники 118-120

Характеристики

Система обозначений

Таблицы подшипников

Тип T1X (полиамидный сепаратор)

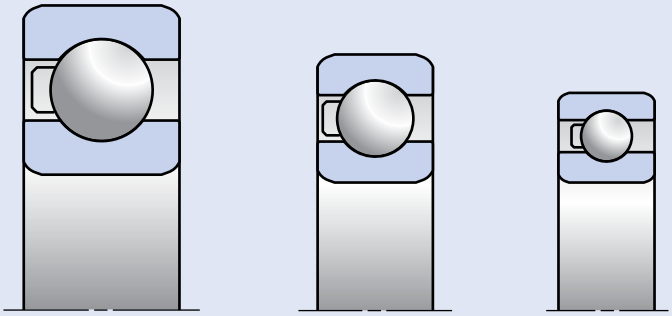
Серии 60, 62 и 63

шарикоподшипники

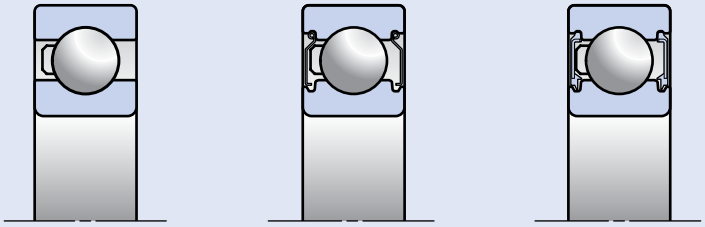
Характеристики

- Могут нести не только радиальные, но и осевые нагрузки в обоих направлениях.
- Момент трения невелик, что позволяет использовать эти подшипники для операций, требующих высокоскоростного режима, низкого уровня шума и вибраций.
- Выпускаются три типа: открытый, закрытый (со стальной защитной шайбой) и герметизированный (с резиновым уплотнением).

Размерные серии



Конструкция



Открытый тип | Закрытый тип (ZZ) | Тип с бесконтактным резиновым уплотнением (VV)

Сепараторы

T1X Направляемый шариками полиамидный сепаратор обеспечивает превосходную износостойкость подшипника при применении в двигателях общего назначения.

TYA Направляемый шариками полиамидный сепаратор обладает теми же характеристиками, что и радиально-упорные шарикоподшипники для применения в высокоскоростных двигателях.

Система обозначения прецизионных радиальных шариковых подшипников

Пример обозначения подшипника: **6 2 10 [ ] T1X ZZ C3 P4**

- 6 — Обозначение типа подшипника
- 2 — Обозначение размера
- 10 — Номер внутреннего диаметра
- [ ] — Обозначение материала
- T1X — Обозначение сепаратора
- ZZ — Обозначение уплотнения и защитной шайбы
- C3 — Обозначение радиального зазора
- P4 — Обозначение точности

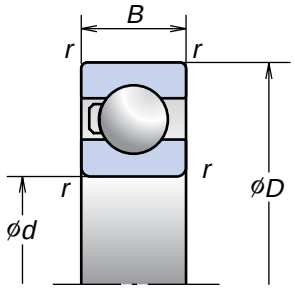
			Справочные страницы
6	Тип подшипника	6: однорядный радиальный шариковый подшипник	118
2	Размеры	0: 10 серия, 2: 02 серия, 3: 03 серия	118
10	Номер внутреннего диаметра	Внутренний диаметр подшипника менее 03 00: 10 мм, 01: 12 мм, 02: 15 мм, 03: 17 мм Внутренний диаметр подшипника более 04: Номер внутреннего диаметра × 5 (мм)	120
	Код маиериала	Символ отсутствует: подшипниковая сталь (SUJ2), SN24: керамический шарик (Si_3N_4)	14-17
T1X	Сепаратор	T1X: направляемый шариками полиамидный сепаратор TYA: высокоскоростной, направляемый шариками полиамидный сепаратор	118
ZZ	Уплотнение и защитная шайба	Символ отсутствует: открытый тип, ZZ: стальная защитная шайба VV: бесконтактное резиновое уплотнение	118
C3	Радиальный зазор	Символ отсутствует: обычный зазор, C3: зазор больше обычного CM: специальный зазор для электродвигателя, CG: специальный радиальный зазор	–
P4	Точность	P2: ISO класс 2, P4: ISO класс 4, P5: ISO класс 5	176-179

Тип T1X (полиамидный сепаратор)

Серия 60, 62 и 63

Внутренний диаметр 10-50 мм

Открытый тип	Закрытый тип	Закрытый тип
6000	с защитной шайбой	с уплотнением
	ZZ	VV

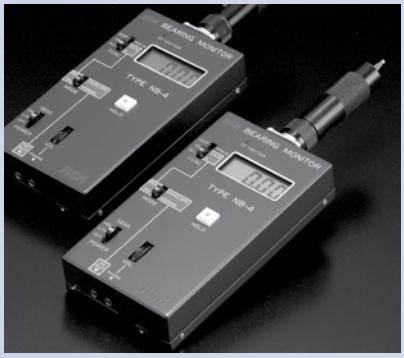


Номера подшипников (1)	С защитной шайбой	С уплотнением	Основные размеры (мм)				Номинальная грузоподъемность (кН)		Предельные скорости (2) (обор./мин)
			d	*D*	*B*	*r*	C_r (Динамическая)	C_{0r} (Статическая)	
6000T1X	**ZZ**	**VV**	**10**	**26**	**8**	0.3	4.55	1.87	38 900
6200T1X	**ZZ**	**VV**	**10**	**30**	**9**	0.6	5.10	2.39	35 000
6001T1X	**ZZ**	**VV**	**12**	**28**	**8**	0.3	5.10	2.37	35 000
6201T1X	**ZZ**	**VV**	**12**	**32**	**10**	0.6	6.80	3.05	31 900
6301T1X	**ZZ**	**VV**	**12**	**37**	**12**	1.0	9.70	4.20	28 600
6002T1X	**ZZ**	**VV**	**15**	**32**	**9**	0.3	5.60	2.83	29 800
6202T1X	**ZZ**	**VV**	**15**	**35**	**11**	0.6	7.65	3.75	28 000
6302T1X	**ZZ**	**VV**	**15**	**42**	**13**	1.0	11.4	5.45	24 600
6003T1X	**ZZ**	**VV**	**17**	**35**	**10**	0.3	6.00	3.25	27 000
6203T1X	**ZZ**	**VV**	**17**	**40**	**12**	0.6	9.55	4.80	24 600
6303T1X	**ZZ**	**VV**	**17**	**47**	**14**	1.0	13.6	6.65	21 900
6004T1X	**ZZ**	**VV**	**20**	**42**	**12**	0.6	9.40	5.00	22 600
6204T1X	**ZZ**	**VV**	**20**	**47**	**14**	1.0	12.8	6.60	20 900
6005T1X	**ZZ**	**VV**	**25**	**47**	**12**	0.6	10.1	5.85	19 500
6205T1X	**ZZ**	**VV**	**25**	**52**	**15**	1.0	14.0	7.85	18 200
6305T1X	**ZZ**	**VV**	**25**	**62**	**17**	1.5	20.6	11.2	16 100
6006T1X	**ZZ**	**VV**	**30**	**55**	**13**	1.0	13.2	8.30	16 500
6206T1X	**ZZ**	**VV**	**30**	**62**	**16**	1.0	19.5	11.3	15 300
6306T1X	**ZZ**	**VV**	**30**	**72**	**19**	2.0	26.7	14.1	13 800
6007T1X	**ZZ**	**VV**	**35**	**62**	**14**	1.0	16.0	10.3	14 500
6207T1X	**ZZ**	**VV**	**35**	**72**	**17**	1.0	25.7	15.3	13 100
6307T1X	**ZZ**	**VV**	**35**	**80**	**21**	2.5	33.5	18.0	12 200
6008T1X	**ZZ**	**VV**	**40**	**68**	**15**	1.0	16.8	11.5	13 000
6208T1X	**ZZ**	**VV**	**40**	**80**	**18**	1.0	29.1	17.9	11 700
6308T1X	**ZZ**	**VV**	**40**	**90**	**23**	2.5	40.5	22.6	10 800
6009T1X	**ZZ**	**VV**	**45**	**75**	**16**	1.0	20.9	15.2	11 700
6209T1X	**ZZ**	**VV**	**45**	**85**	**19**	1.0	31.5	20.4	10 800
6010T1X	**ZZ**	**VV**	**50**	**80**	**16**	1.0	21.8	16.6	10 800

(1) Сепараторы TYA используются в подшипниках, устанавливающихся в высокоскоростные двигатели.
Для получения более подробной информации обратитесь в компанию NSK.

(2) Данные о предельных скоростях приводятся для T1X.
Для сепараторов TYA значения предельных скоростей равны 115% от приведенных.

6. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



Вспомогательное

Часть 4

Вспомогательное оборудование

Калибры 124-127

Калибры GR

Характеристики

Система обозначений

Калибры GTR

Характеристики

Система обозначений

Калибры GN

Характеристики

Система обозначений

Устройство контроля состояния подшипника. 128

Нагреватель подшипников 129

Система пополнения смазки 130-131

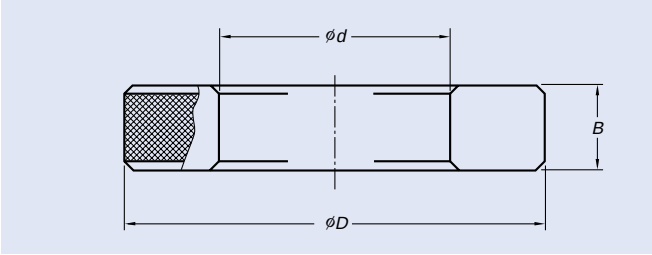
Воздушно-масляная система смазки 132-133

Герметичные прецизионные дистанционные кольца для шпинделей станков 134-135

оборудование

Кольцевые калибры серии GR

Прецизионные измерительные калибры внутреннего диаметра вала



Для того, чтобы прецизионные подшипники качения для шпинделей станочного оборудования приобрели удовлетворительные рабочие характеристики, важно, чтобы они имели точную посадку в отношении вала и корпуса. Для достижения точной посадки необходимо точно измерить наружный диаметр вала и внутренний диаметр корпуса.
Кольцевые калибры NSK серии GR служат эталонными калибрами для измерения внутренних диаметров корпусов с точностью до 0,001 мм.

Свойства

- Конструкция кольца обеспечивает надежные параметры цилиндрической калибровки.
- Толщина кольца исключает вызываемые в процессе измерения деформации.
- Термообработка при изготовлении кольца нейтрализуют влияние старения на размеры кольца.
- Точная калибровка возможна благодаря прецизионным измерениям, которые отмечены на калибрах в единицах 0,001 мм в направлениях X и Y.

Применяемые подшипники					Номер калибра	Габаритные размеры (мм)			Масса (кг) (примерно)
79 69 NN39 NN49	BNR19 BER19	70 60 N10 NN30	BNR10 BER10	72 62 N2		*d*	*D*	*B*	
—	—	00	—	—	GR 26	26	75	20	0.6
02	—	01	—	—	GR 28	28	75	20	0.6
03	—	—	—	00	GR 30	30	80	20	0.7
—	—	02	—	01	GR 32	32	80	20	0.7
—	—	03	—	02	GR 35	35	85	20	0.7
04	—	—	—	—	GR 37	37	85	20	0.7
—	—	—	—	03	GR 40	40	90	20	0.8
05	—	04	—	—	GR 42	42	95	20	0.9
06	—	05	—	04	GR 47	47	95	20	0.8
07	—	—	—	05	GR 52	52	100	20	0.9
—	—	06	30	—	GR 55	55	100	20	0.9
08	—	07	35	06	GR 62	62	100	20	0.8
09	—	08	40	—	GR 68	68	110	20	0.9
10	50	—	—	07	GR 72	72	115	20	1.0
—	—	09	45	—	GR 75	75	115	20	0.9
11	55	10	50	08	GR 80	80	120	25	1.2
12	60	—	—	09	GR 85	85	130	25	1.5
13	65	11	55	10	GR 90	90	135	25	1.5
—	—	12	60	—	GR 95	95	140	25	1.6
14	70	13	65	11	GR 100	100	145	25	1.7
15	75	—	—	—	GR 105	105	150	25	1.8
16	80	14	70	12	GR 110	110	160	25	2.1
—	—	15	75	—	GR 115	115	165	25	2.1
17	85	—	—	13	GR 120	120	170	25	2.2
18	90	16	80	14	GR 125	125	175	25	2.3
19	95	17	85	15	GR 130	130	180	25	2.4
20	100	18	90	16	GR 140	140	190	25	2.5
21	105	19	95	—	GR 145	145	200	30	3.5
22	110	20	100	17	GR 150	150	205	30	3.6
—	—	21	105	18	GR 160	160	215	30	3.8
24	120	—	—	—	GR 165	165	220	30	3.9
—	—	22	110	19	GR 170	170	225	30	4.0
26	130	24	120	20	GR 180	180	230	30	3.8
28	140	—	—	21	GR 190	190	240	30	4.0
—	—	26	130	22	GR 200	200	250	30	4.1

Конусные калибры серии GTR30

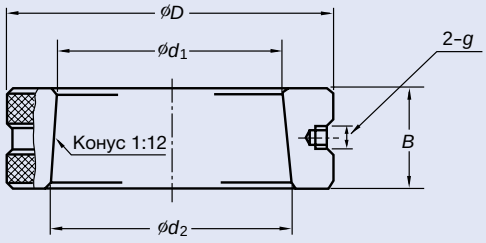
Измерительные конусные калибры вала

Подшипники NN30XXKR – это двухрядные цилиндрические роликовые подшипники с коническим внутренним отверстием, обладающие высокой жесткостью и подходящие для работы в высокоскоростном режиме, вследствие чего они часто используются в шпинделях механических станков. В применении данных подшипников важно, чтобы конус внутреннего отверстия подшипника в точности совпадал с коническим отверстием шпинделя. Конус подшипника (конус 1:12) подвергается прецизионному контролю и изготавливается с особой точностью. Конусный калибр GTR30 – это калибр, внутреннее отверстие которого завершается прецизионным конусом, идентичным коническому отверстию подшипника.
Посредством механической обработки конуса шпинделя для соответствия этому конусному калибру обеспечивается его точный контакт с подшипником.

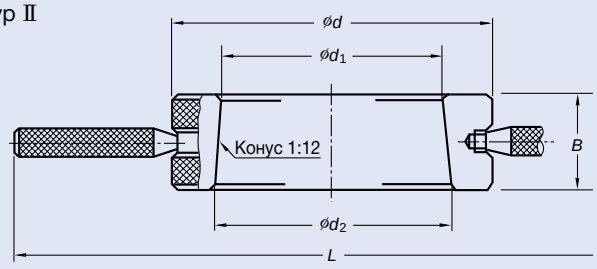
Свойства

- Толщина кольца исключает вызываемые в процессе измерения деформации.
- Термообработка при изготовлении кольца нейтрализуют влияние старения на размеры кольца.

Тип I

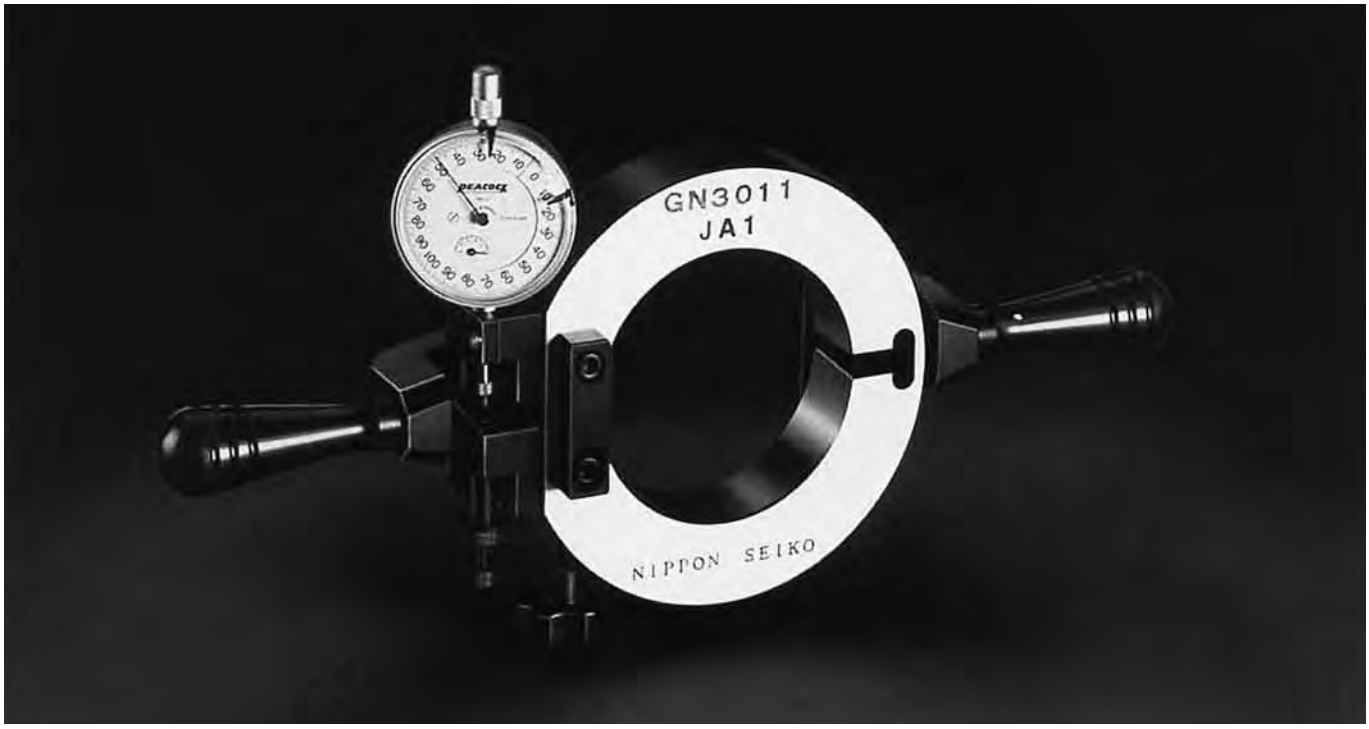


Тип II



Применяемые подшипники	Номер калибра	Типы	Габаритные размеры (мм)						Масса (кг) (примерно)
			d_1	d_2	D	B	L	g	
NN3006KR	**GTR3006**	I	30	31.583	70	19	—	M3 × 0.5	0.5
NN3007KR	**GTR3007**	I	35	36.667	75	20	—	M3 × 0.5	0.5
NN3008KR	**GTR3008**	I	40	41.750	80	21	—	M3 × 0.5	0.6
NN3009KR	**GTR3009**	I	45	46.917	85	23	—	M5 × 0.8	0.7
NN3010KR	**GTR3010**	I	50	51.917	90	23	—	M5 × 0.8	0.8
NN3011KR	**GTR3011**	I	55	57.167	95	26	—	M5 × 0.8	0.9
NN3012KR	**GTR3012**	I	60	62.167	100	26	—	M5 × 0.8	1.0
NN3013KR	**GTR3013**	I	65	67.167	105	26	—	M5 × 0.8	1.0
NN3014KR	**GTR3014**	I	70	72.500	110	30	—	M5 × 0.8	1.3
NN3015KR	**GTR3015**	I	75	77.500	115	30	—	M5 × 0.8	1.3
NN3016KR	**GTR3016**	I	80	82.833	125	34	—	M5 × 0.8	1.8
NN3017KR	**GTR3017**	I	85	87.833	130	34	—	M5 × 0.8	1.9
NN3018KR	**GTR3018**	II	90	93.083	140	37	358	—	2.5
NN3019KR	**GTR3019**	II	95	98.083	145	37	363	—	2.6
NN3020KR	**GTR3020**	II	100	103.083	150	37	368	—	2.7
NN3021KR	**GTR3021**	II	105	108.417	160	41	376	—	3.5
NN3022KR	**GTR3022**	II	110	113.750	165	45	381	—	4.0
NN3024KR	**GTR3024**	II	120	123.833	170	46	386	—	3.9
NN3026KR	**GTR3026**	II	130	134.333	180	52	396	—	4.6
NN3028KR	**GTR3028**	II	140	144.417	190	53	406	—	5.0
NN3030KR	**GTR3030**	II	150	154.667	210	56	426	—	7.0
NN3032KR	**GTR3032**	II	160	165.000	220	60	436	—	7.8

Калибры GN Серии GN30
Прецизионные измерительные калибры для остаточного внутреннего зазора двухрядных цилиндрических роликовых подшипников (NN30XX)



При установке на вал двухрядного цилиндрического роликового подшипника с коническим внутренним отверстием важно сделать так, чтобы конус шпинделя в точности совпал с коническим отверстием подшипника, а также убедиться в том, что после монтажа будет получен желаемый радиальный внутренний зазор.

Если присутствует чрезмерный остаточный радиальный внутренний зазор, то главный вал будет подвержен некоторому биению, и пострадает точность работы оборудования. Если зазор окажется слишком маленьким, то, несмотря на небольшие изменения или отсутствие всяких изменений жесткости, начнется избыточное тепловыделение, и усталостная долговечность качения серьезно сократится. (См. стр. 155).

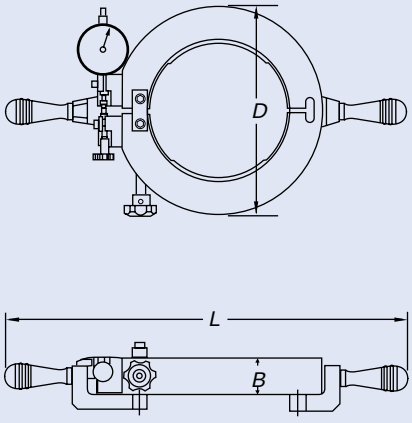
В связи с современными тенденциями увеличения скорости и точности операций необходимо тщательнее контролировать остаточный радиальный внутренний зазор. Раньше методы измерения радиального зазора были очень сложными и требовали высокой квалификации.

Калибры GN, разработанные компанией NSK для измерений остаточного радиального внутреннего зазора двухрядных цилиндрических роликовых подшипников, упрощают монтаж подшипников и повышают его точность.
(Использование калибров GN также требует применения калибра для измерения цилиндрического внутреннего отверстия.)

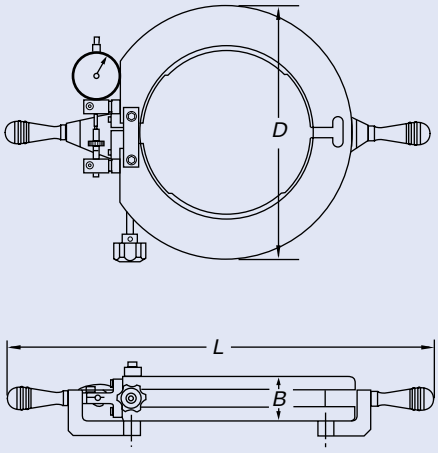
Характеристики

- Возможность проведения простых, надежных и точных измерений.
- Больше не нужно производить сложные вычисления для поправок на взаимное влияние наружного кольца и корпуса.
- Можно измерять как положительный, так и отрицательный зазор (предварительное натяжение).
- Точность измерений достигается благодаря тому, что все калибры GN выверены для измерения давления.

Тип I

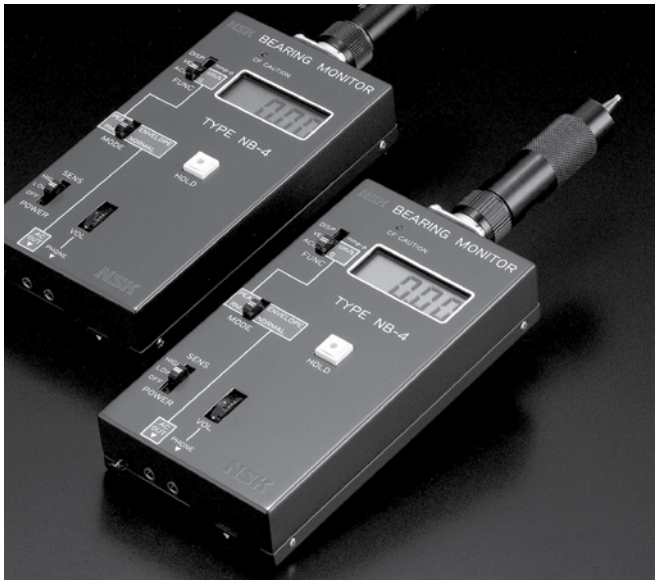


Тип II



Применяемые подшипники	Номер калибра	Типы	Габаритные размеры (мм)			Масса (кг)
			D	***B***	***L***	(примерно)
NN3007	**GN3007**	I	102	23	292	1.3
NN3008	**GN3008**	I	108	23	297	1.4
NN3009	**GN3009**	I	115	23	305	1.5
NN3010	**GN3010**	I	120	23	310	1.6
NN3011	**GN3011**	I	131	26	324	2.1
NN3012	**GN3012**	I	138	26	329	2.2
NN3013	**GN3013**	I	145	26	335	2.4
NN3014	**GN3014**	I	156	30	347	3.0
NN3015	**GN3015**	I	162	30	353	3.1
NN3016	**GN3016**	I	175	33	374	4.2
NN3017	**GN3017**	I	185	33	381	4.3
NN3018	**GN3018**	I	195	35	393	5.2
NN3019	**GN3019**	I	204	35	399	5.6
NN3020	**GN3020**	I	210	35	411	6.1
NN3021	**GN3021**	I	224	39	419	7.1
NN3022	**GN3022**	I	233	44	433	8.5
NN3024	**GN3024**	II	254	44	470	7.5
NN3026	**GN3026**	II	280	50	492	9.5
NN3028	**GN3028**	II	289	50	500	9.5
NN3030	**GN3030**	II	314	54	520	12
NN3032	**GN3032**	II	329	54	540	13

Устройство контроля состояния подшипников NB-4



Использование микроэлектроники в устройстве контроля состояния подшипников NB-4 (устройство мониторинга вибраций) обеспечивает его портативность. Высокочувствительный прибор с множеством встроенных функций помогает быстро и надежно определить вибрации необычного характера в подшипниках или станках и соответственно предупредить возможные поломки.

Свойства

- Вибрации измеряются и записываются, а затем высвечиваются на экране в форме сигнала (записываются ПК или другим устройством).
- Огибающая функция NB-4 позволяет определять повреждения дорожки качения подшипника.

Основной блок NB-4

Световой сигнал
Лампочка начинает мигать при наличии дефектов в подшипнике.

Переключатель функций
Для выбора контроля смещения, скорости или ускорения.

Переключатель режимов
Для выбора среднеквадратических или пиковых данных и выходного сигнала

Переключатель чувствительности
Для выбора высокого или низкого уровня чувствительности или выключения

Жидкокристаллический экран
Отражаются данные вибрации. Также отражаются низкое напряжение аккумуляторной батареи, входная мощность и выбор пикового режима.

Клавиша удержания
Отражаемые на ЖК дисплее вибрационные данные удерживаются.

Выход наушников
Звук вибрации можно услышать при использовании наушников и регулятора усиления.

Порт вывода данных
Отражает либо колебательный сигнал вибрации, либо огибающий сигнал.

Спиральный провод
Незапутывающийся эластичный кабель можно использовать для соединения вибрационного датчика, или можно подключать напрямую к основному корпусу.

Спиральный провод, подключенный к ручному пробнику

Дополнительный зафиксированный датчик
Используется магнит или винт (водонепроницаемые)

Ручной датчик

Ручной вибродатчик
Высокочастотный выходной сигнал обеспечивает раннее определение проблемы в подшипнике и других частях станка.

Основной блок NB-4, подсоединенный к ручному вибрационному датчику

Нагреватель подшипников

Нагреватель подшипников быстро и равномерно нагревает подшипник для последующей установки в шпиндель, что позволяет провести операцию монтажа без использования масла. Нагреватель также можно использовать для нагрева не только подшипников, но и других деталей круглой формы, таких как шестерни.

Свойства

- Быстрый и равномерный нагрев
- Для нагрева не требуется масло, в связи с чем сохраняется чистота рабочего места
- Подходит для горячей посадки подшипников и других деталей круглой формы.

Удобная для использования панель управления

Благодаря сверхкомпактному высокочувствительному температурному датчику нагреватель показывает точную температуру в режиме реального времени на цифровом экране независимо от скорости нагрева или зоны обнаружения.
Нагреватель начинает или прекращает работать от нажатия кнопки.
Таймер может быть установлен максимум на 100 минут.
*Стандартно изделие оснащено внешними портами ввода/вывода данных для дистанционного управления, что также дает возможность подключения к общим автоматизированным системам контроля.

Высокий уровень безопасности

Нагреватель автоматически немедленно прекращается, если нагрев устанавливается без подключения датчика температуры или в случае выхода устройства из строя.

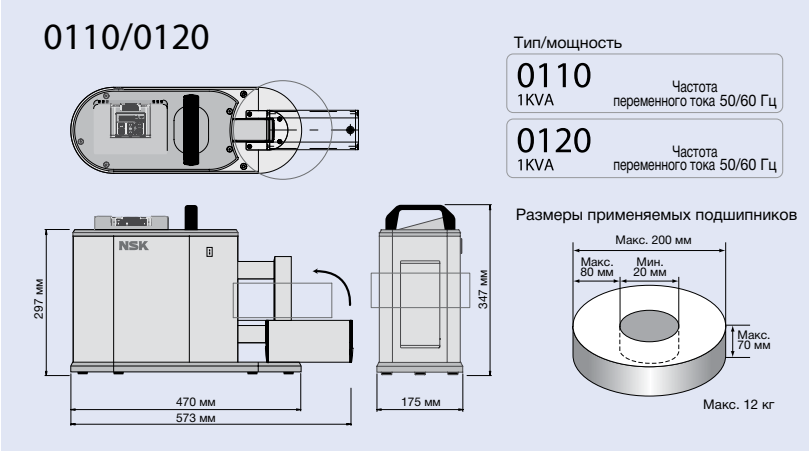
Совместимость с различными размерами внутреннего диаметра

При выборе индукционного стержня, который соответствует отверстию подшипника, один нагреватель можно использовать для подшипников разных размеров.

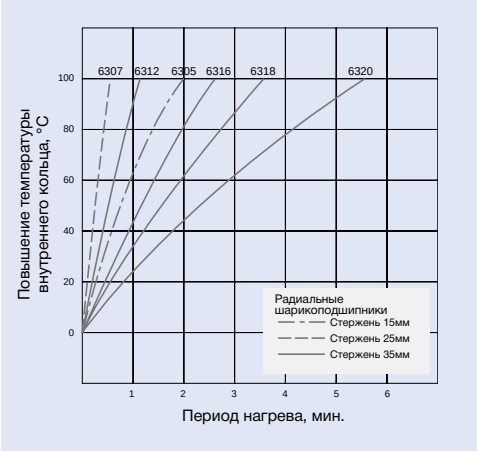
Автоматическое нагревание при оптимальных условиях

Электрические свойства изменяются в зависимости от типа подшипника и используемого индукционного стержня. Нагреватель автоматически определяет эти изменения и оптимально подает тепло.
Также в связи с тем, что выход тепла можно настраивать от 50% до 100% с шагом в 10%, нагреватель идеально подходит для нагрева деликатных подшипников, которым требуется постепенный нагрев.

Размеры



Кривая нагрева (пример)



Система пополнения смазки FINE-LUB Ⅱ

До недавнего времени для смазки шпинделей применялась воздушно-масляная смазка или масляный туман. В рамках общемировой задачи сохранения окружающей среды требуются новые системы, уменьшающие уровень шума и распыления масла, способствующие энергосбережению и поддерживающие чистую окружающую среду.
В ответ на такую потребность, компания NSK разработала систему смазки FINE-LUB Ⅱ, первую в мире систему пополнения смазки для высокоскоростных шпинделей станков.

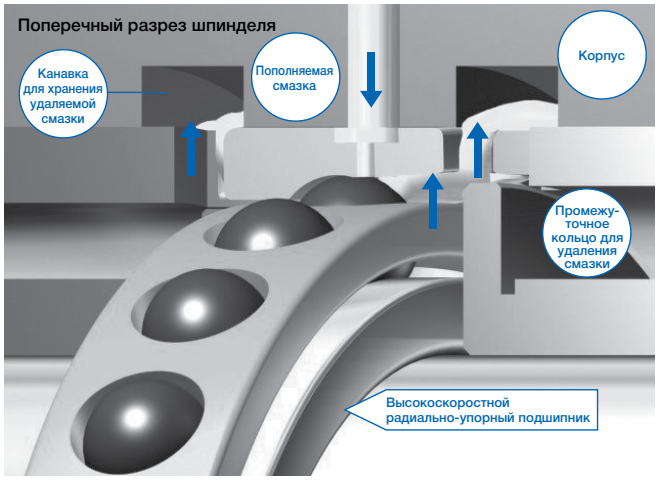
FINE-LUB Ⅱ подает небольшое количество смазки в высокоскоростной подшипник через равные интервалы и удаляет старую смазку. В корпусе располагается промежуточное кольцо оптимальной формы для хранения смазки. На основе такой технологии работает первая в мире система пополнения смазки для высокоскоростных шпинделей станков, которая обеспечивает увеличение срока службы оборудования. Это революционное изделие полностью трансформирует концепцию смазки. FINE-LUB Ⅱ представляет новый тип смазывания – более быстрый, точный и удобный.

Характеристики

Более длительный срок службы консистентной смазки

Срок службы смазки составляет несколько сотен часов при постоянном вращении на скорости 1.8M $d_m n$ (конус 40, 20 000 обор./мин). Система FINE-LUB Ⅱ была разработана с той целью, чтобы при подаче соответствующего количества смазки, в зависимости от скорости вращения и размера подшипника, избежать заедания подшипника и тем самым обеспечить 10 000 часов бесперебойной работы без техобслуживания.

Механизм подачи смазки в подшипник



Контроль удаления смазочного материала для предотвращения подъема температуры.

Подача чрезмерного количества смазки внутрь подшипника может привести к повышению температуры. Чтобы избежать этого, в системе FINE-LUB Ⅱ предусмотрено встроенное устройство, которое обеспечивает подачу соответствующего количества смазки.

Форма подшипника, разработанного специально для использования с системой пополнения смазки

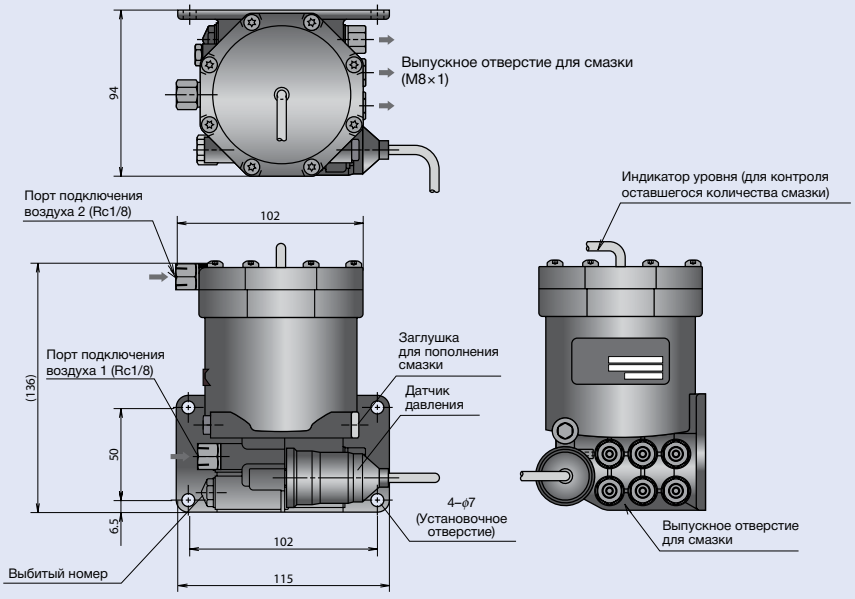
● Метод пополнения смазки

Небольшое количество смазки подается во вращающийся подшипник через равные промежутки времени через отверстия для смазки, расположенные около дорожки качения наружного кольца.
Чтобы избежать повышения температуры подшипника, смазка подается в небольших количествах.

● Метод удаления смазки

Промежуточное кольцо специальной формы для удаления смазки, расположенное на расточенной стороне подшипника, направляет старую смазку в канавку для хранения, предотвращая ее попадание обратно внутрь подшипника.

Размеры



Номер модели

EGU - 2P1 - 4P2

Два порта P1 — Четыре порта P2

EGU - 6P1

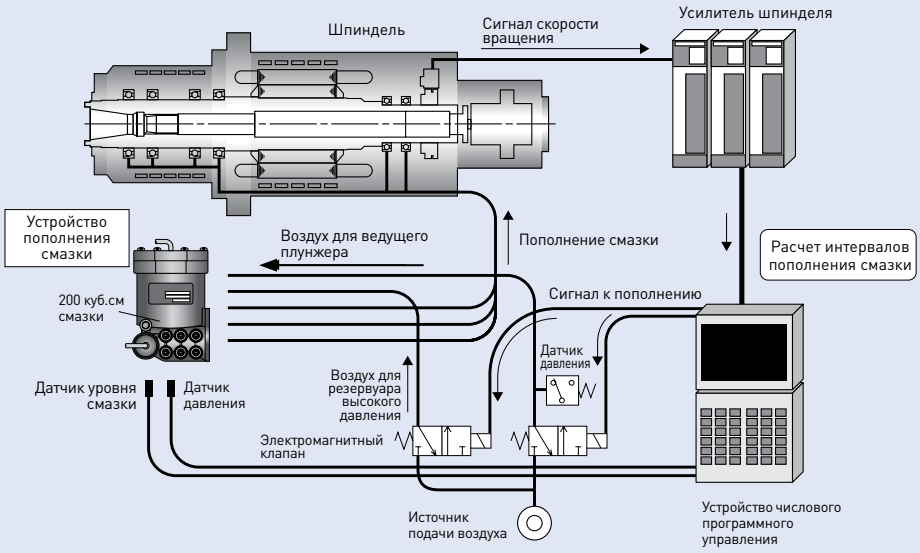
Шесть портов P1

Количество удаляемой смазки (куб.см/цикл)	Кодовый номер
0.01	P1
0.02	P2

Технические характеристики

Пункт	Технические характеристики
Давление подачи воздуха	0,25–0,4 мПа
Количество выделяемой смазки	0,01 или 0,02 / подшипник в ряду
Емкость резервуара	200 куб.см
Функция контроля	Определение количества оставшейся смазки, давления (проверка увеличения давления)
Длина трубопровода	2,5 м или менее
Тип смазочного материала	Смазка MTE

Схема системы



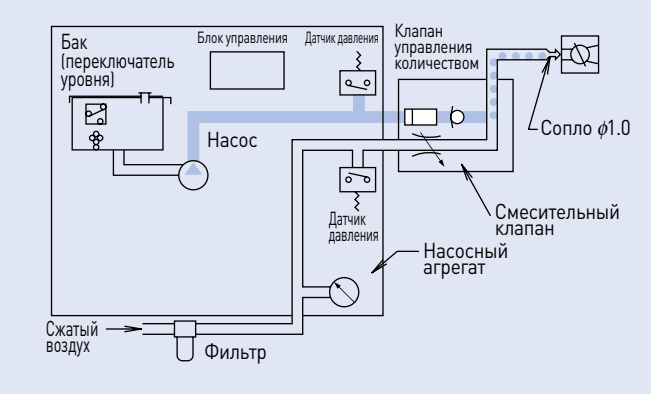
Воздушно-масляная система смазки FINE-LUBE

Характеристики

В области машиностроения продолжается внедрение технических инновационных систем и устройств. Теперь, например, шпиндели работают с более высокой скоростью, чем раньше. В связи с чем, огромное значение отводится разработкам, связанным с усовершенствованием подшипников и методов смазки, способствующих высокоскоростной работе оборудования.

Компания NSK значительно усовершенствовала системы воздушно-масляной смазки и оборудование подачи масла. В 1984г. NSK выпустила на рынок систему воздушно-масляной смазки FINE-LUBE, которая и в настоящее время продолжает пользоваться успехом. Система FINE-LUBE со временем дорабатывалась и была принята к использованию на многих станках, заслужив репутацию чрезвычайно эффективного и высоконадежного продукта.

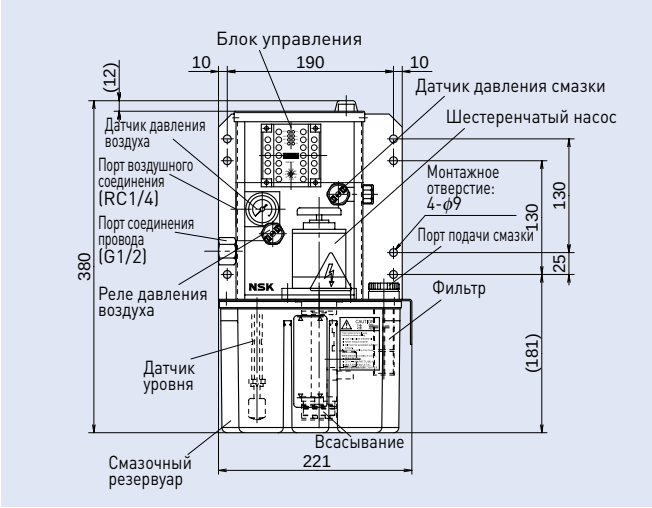
FINE-LUBE занимает ведущую позицию на рынке воздушно-масляных систем смазки. Система состоит из насоса, смесителя и блока управления. Встроенные предохранительные устройства обеспечивают еще большую надежность.



[Меры предосторожности]

- Используйте чистый и сухой сжатый воздух под давлением 0,2~0,4 МПа.
- Используйте свежую чистую смазку с коэффициентом вязкости MOC VG 10 или выше. С особой тщательностью избегайте загрязнения смазки, которое может сократить срок службы оборудования.
- Тщательно выбирайте качественные маслопроводы для использования между насосом и смесителем. Если длина маслопровода превышает 5 м, обратитесь за консультацией в NSK, до начала использования.
- Длина маслопровода от смесителя до шпинделя не должна превышать 1,5-5 м.

Насосный агрегат OAEM



Номер модели:
OAEM (С блоком управления)
OAEM-N (Без блока управления)

- Смазывание: масло для высокоскоростных шпинделей или турбинное масло
- Электропитание: 100 В
- Вместимость резервуара: 2,7 л
- Оптимальный уровень масла: 1,7 л

Характеристики

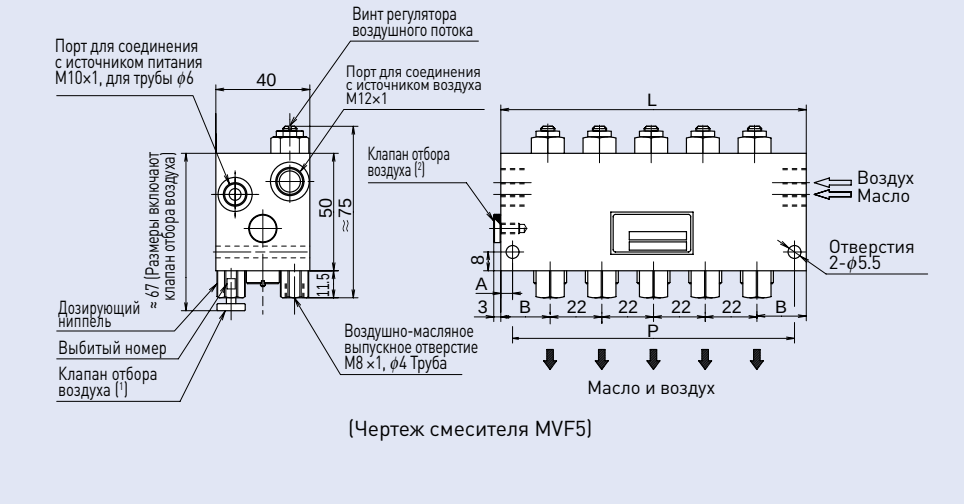
- Агрегат OAEM представляет собой недавно разработанный шестеренчатый насос с низким коэффициентом вязкости. (Диапазон рабочей вязкости смазки: 10 - 68 сст/°C)
- Для задания смазочных интервалов в 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 48, 64 или 128 минут применяется специальный блок управления.
- Стандартные предохранительные устройства включают:

① Датчик уровня смазки
② Сигнал нарушения энергоснабжения
③ Реле давления воздуха
④ Датчик давления смазки

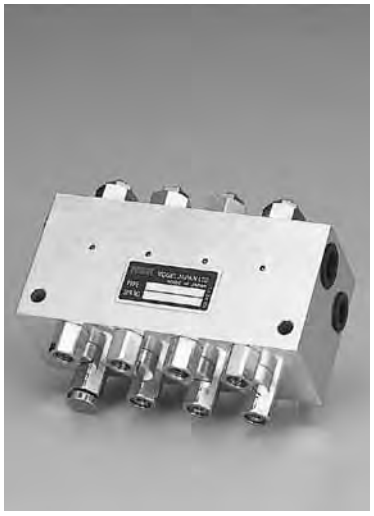
- Компоненты насосного агрегата: блок управления, датчик давления воздуха, датчик давления смазки и поплавковый переключатель.

Компания NSK также предлагает более экономичный насосный агрегат, одобренный ЕС и получивший отметку CE Mark.
Данный насос может управляться исключительно посредством нашего блока управления или же программируемым командоаппаратом станочного оборудования.

Смеситель MVF



(Чертеж смесителя MVF5)



Характеристики

- Поршневой контроль для подачи небольших, фиксированных порций смазочного материала.
- Можно выбрать объем подачи в 0,01, 0,03 и 0,06 см³ на ход.
- Количество выпускных отверстий и объем подачи смазки можно выбирать в зависимости от индивидуальных требований эксплуатации.

Примечания:

(1) Если объем подачи смазки составляет 0,01см³, используйте заглушку отбора воздуха для процедуры отбора воздуха.
Если объем подачи составляет 0,03 см³ или 0,06 см³ откройте клапан отбора воздуха вместо заглушки отбора воздуха.

(2) Если объем подачи составляет 0,03 см³ или 0,06 см³ установите во время операции клапан отбора воздуха в указанное положение.

Номер типа	Количество вентилей	L	A	P	B
MVF1	1	42	10	22	21
MVF2	2	64	9,5	45	21
MVF3	3	86	8	70	21
MVF4	4	108	6,5	95	21
MVF5	5	130	5	120	21
MVF6	6	155	5	145	22,5

Объем подачи (см³/ход)	Выбитый номер	Кодовый номер
0,01	1	P1
0,03	3	P2
0,06	6	P3

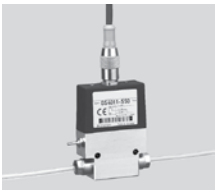
Дополнительные детали оборудования

[Датчик давления]
OAG

- Следит за повышениями давления воздуха и смазки, а также любыми перепадами давления смазки. (Устанавливается на OAEM)

[Датчик масла-воздуха]

- Датчик масла-воздуха обеспечивает возможность повышения надежности работы воздушно-масляной системы смазки, посредством контролирования масляных частиц, попадающих из смесителя в подшипник.
- Устройство можно установить позже на уже имеющуюся систему воздушно-масляной смазки, подсоединив его к воздушно-масляному трубопроводу.



[Масляный фильтр]
OAV-02/03

- Фильтры удаляют из смазки мелкие посторонние частицы.
- Выпускаются два типа: 3мкм и 20 мкм.

[Клапан отбора воздуха]
OAV-01

- Клапаны отбора облегчают процесс отбора воздуха после отсоединения смазочных линий для ухода за смазочным материалом.

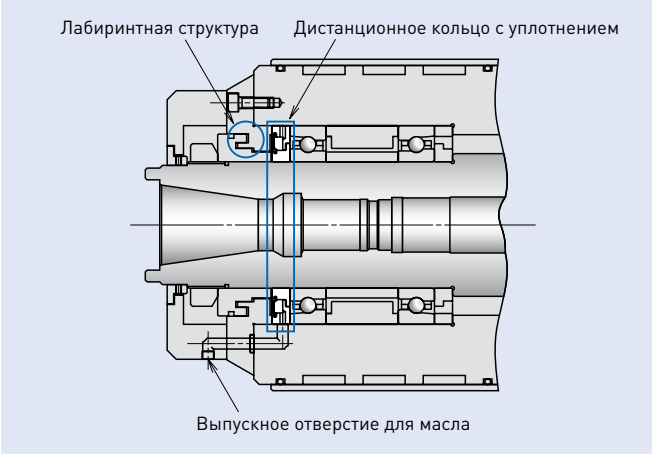
Герметичные прецизионные дистанционные кольца для шпинделей станков

Характеристики

Раньше для предотвращения попадания посторонних частиц в подшипник шпинделя использовались лабиринтные кольца. Однако в связи с тем, что зазор между внутренним и наружным кольцами велик, полностью предотвратить попадание посторонних частиц сложно. Компании NSK удалось сузить промежуток между ними посредством присоединения уплотнения к дистанционному кольцу. Двойная структура лабиринтного кольца и уплотнение улучшают надежность дистанционного кольца.

- Направленность на сохранение окружающей среды
  Уплотнения предотвращают утечку смазки
- Повышенная надежность
  При смазывании консистентной смазкой двухслойная структура лабиринтного кольца и уплотнение обеспечивают высокую сопротивляемость попаданию пыли и охладительной жидкости.

Пример конфигурации

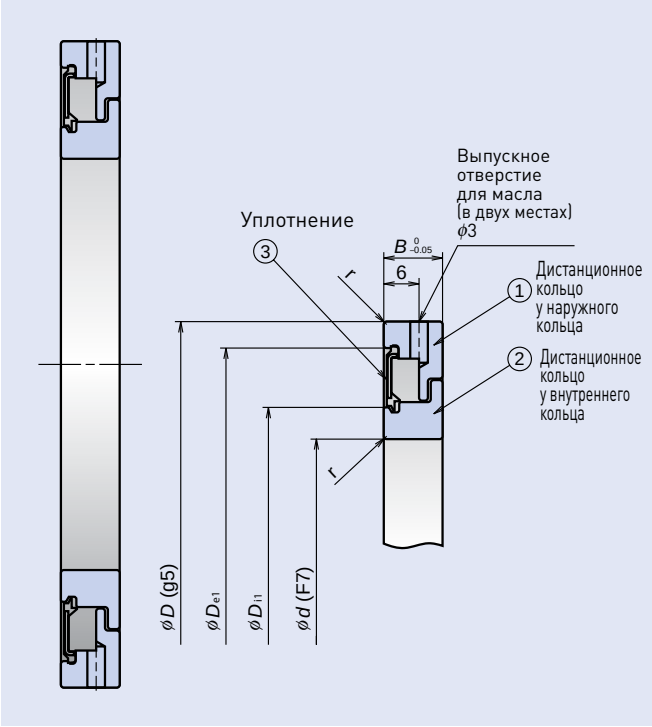


На рисунке слева показана конфигурация с тройным уплотнением – лабиринтное уплотнение, которое состоит из стопорной крышки и дистанционного кольца, внутреннего кольца с первым уплотнением, а также прецизионного дистанционного кольца с дополнительным встроенным лабиринтным уплотнением.

Размеры (Серия 19)

Справочный номер	Внутренний диаметр ϕd (мм)	Наружный диаметр ϕD (мм)	Ширина B (мм)	D_{i1} (мм)	D_{e1} (мм)	Фаска дистанционного кольца r (мм)
X30-MTV19	30	47	10	34.3	43	0.3
X35-MTV19	35	55	10	39.2	50.5	0.6
X40-MTV19	40	62	10	46.4	58	0.6
X45-MTV19	45	68	10	50	63.5	0.6
X50-MTV19	50	72	10	55.2	67.4	0.6
X55-MTV19	55	80	10	61.7	74.6	1
X60-MTV19	60	85	10	66	80	1
X65-MTV19	65	90	10	71.7	84	1
X70-MTV19	70	100	10	77.5	93	1
X75-MTV19	75	105	10	82.2	98.5	1
X80-MTV19	80	110	10	87.5	103	1
X85-MTV19	85	120	10	94.8	111.6	1.1
X90-MTV19	90	125	10	98.8	118	1.1
X95-MTV19	95	130	10	103.8	122.8	1.1
X100-MTV19	100	140	10	111	131	1.1
X105-MTV19	105	145	10	116	135.4	1.1
X110-MTV19	110	150	10	121	140.4	1.1

Спецификация



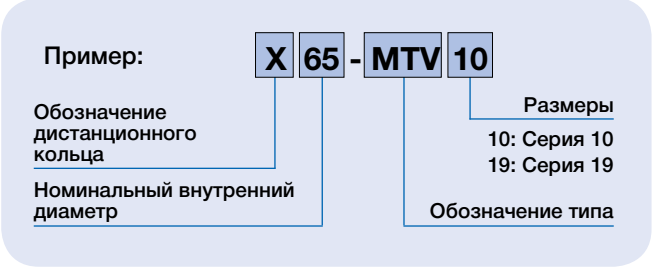
Материал изготовления дистанционного кольца наружного кольца	SUJ2
Материал изготовления дистанционного кольца внутреннего кольца	SUJ2
Материал уплотнения	Нитриловая резина, SECC

Меры предосторожности при обращении

Необходимо учитывать, что дистанционные кольца наружного и внутреннего колец могут разделяться, поэтому следите, чтобы резиновое кольцо не выпало или не повредилось.

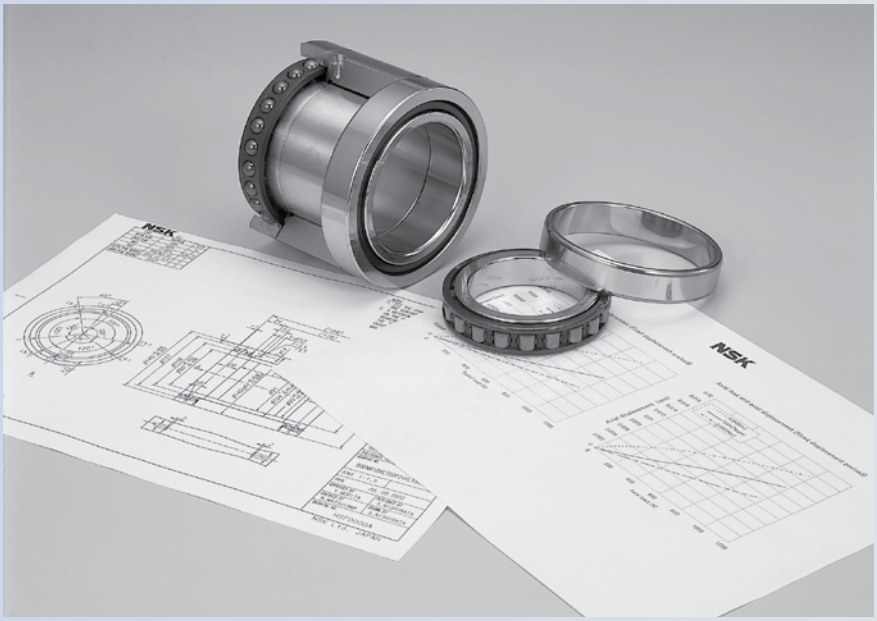
Используйте универсальные комбинации подшипников (см. стр. 150-151) с прецизионными дистанционными кольцами с уплотнениями.

Система обозначений



Размеры (Серия 10)

Справочный номер	Внутренний диаметр ϕd (мм)	Наружный диаметр ϕD (мм)	Ширина B (мм)	D_{i1} (мм)	D_{e1} (мм)	Фаска дистанционного кольца r (мм)
X30-MTV10	30	55	10	36.8	49.2	0.5
X35-MTV10	35	62	10	41.6	56	0.5
X40-MTV10	40	68	10	47.5	62	0.5
X45-MTV10	45	75	10	53.5	69	0.5
X50-MTV10	50	80	10	58.5	74	0.5
X55-MTV10	55	90	10	64.4	82	0.5
X60-MTV10	60	95	10	69.4	87	0.5
X65-MTV10	65	100	10	73	92	0.5
X70-MTV10	70	110	10	80.8	101	0.5
X75-MTV10	75	115	10	85.8	106	0.5
X80-MTV10	80	125	10	91.4	114.6	0.5
X85-MTV10	85	130	10	96.4	119.6	0.5
X90-MTV10	90	140	10	103	127.8	0.8
X95-MTV10	95	145	10	108.5	134.5	0.8
X100-MTV10	100	150	10	112.5	137.8	0.8
X105-MTV10	105	160	10	120.4	148.5	1
X110-MTV10	110	170	10	124.6	155.5	1
X120-MTV10	120	180	10	134.6	165.5	1



Техническое

Часть 5

Техническое руководство

1. Долговечность ... 138-145
   - Усталостная долговечность качения и номинальная грузоподъемность
   - Новая теория долговечности
2. Статическая номинальная грузоподъемность и статические эквивалентные нагрузки ... 146-147
3. Комбинации радиально-упорных шариковых подшипников ... 148-151
   - Характеристики каждой комбинации
   - Универсальная комбинация
4. Преднатяг и жесткость ... 152-169
   - Типы преднатяга и жесткости
   - Таблицы – Преднатяг и жесткость
5. Предельная скорость ... 170-171
6. Смазка ... 172-175
7. Допуски подшипников ... 176-183
   - Допуски радиальных подшипников
   - Допуски конических отверстий
   - Допуски упорно-радиальных шарикоподшипников
8. Конструкция валов и корпусов ... 184-188
   - Посадки валов и корпусов
   - Допуски валов и корпусов
   - Размеры заплечиков вала и корпуса
   - Размеры фаски
9. Дистанционные кольца ... 189-193
   - Размеры дистанционных колец
   - Положение распылительной насадки

руководство

1. ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

Усталостная долговечность качения и номинальная грузоподъемность

Долговечность подшипника

Различные функции подшипников качения меняются в зависимости от конкретного применения подшипников. Эти функции должны выполняться продолжительное время. Даже в условиях надлежащей установки и корректной эксплуатации подшипники в конечном счете выходят из строя вследствие повышения уровня шума и вибраций, потери точности хода, ухудшения свойств смазки или усталостного растрескивания поверхностей качения.

Долговечностью подшипника в широком смысле слова называется период, в течение которого подшипник продолжает действовать и выполнять требуемые от него функции. Долговечность подшипника может быть определена как шумовая, абразивная, смазочная долговечность или усталостная долговечность качения, в зависимости от того, какой причиной вызвана потеря эксплуатационных качеств подшипника. Помимо выхода из строя по причине естественного изнашивания, подшипники могут выходить из строя вследствие нагрева, появления трещин, появления царапин на поверхностях колец, износа уплотнений или возникновения других повреждений. Эти обстоятельства не следует понимать как нормальный выход подшипника из строя, поскольку они возникают в результате ошибок при выборе подшипников, неправильной конструкции или метода производства смежного оборудования, неправильной сборки или неудовлетворительного технического обслуживания подшипников.

Усталостная долговечность качения и номинальная долговечность

При эксплуатации подшипников качения под нагрузкой дорожки качения их внутренних и внешних колец и элементы качения подвергаются многократному циклическому напряжению. Вследствие усталости металла контактных поверхностей дорожек и элементов качения от материала подшипников могут отслаиваться частицы. Это явление называется отслаиванием. Усталостная долговечность качения представляет собой общее число оборотов, за которое поверхность подшипника начнет слоиться вследствие напряжения.

Это называется усталостной долговечностью. Даже внешне идентичные подшипники, одинакового размера, одного и того же типа, сделанные из одного и того же материала, подвергающиеся одинаковым тепловым воздействиям и другим нагрузкам, обладают весьма различной усталостной долговечностью качения даже в идентичных условиях эксплуатации. Это происходит вследствие отслаивания материалов из-за их усталости, которая зависит от многих других параметров. Следовательно, «номинальная долговечность», в отношении которой усталостная долговечность рассматривается как статистическое явление, в использовании предпочтительнее, чем фактическая усталостная долговечность качения. Предположим, что некоторое количество подшипников одного и того же типа работают по отдельности в одинаковых условиях. Через определенный промежуток времени 10% этих подшипников выйдут из строя в результате отслаивания, вызванного усталостью качения. Общее число оборотов на этой стадии определяется как номинальная долговечность, или, если скорость постоянна, номинальная долговечность часто выражается через общее количество рабочих часов, прошедших до того момента как 10% подшипников вышли из строя из-за отслаивания. При определении срока службы подшипника часто принимают во внимание только номинальную долговечность. Однако в расчет следует принимать и другие факторы. Например, можно оценивать смазочную долговечность подшипников, заправленных перед установкой консистентной смазкой. Поскольку о шумовой и абразивной долговечности судят по индивидуальным стандартам различных установок, конкретные значения шумовой или абразивной долговечности следует определять опытным путем.

Номинальная динамическая грузоподъемность

Номинальная динамическая грузоподъемность определяется как постоянная нагрузка, прилагаемая на подшипники с неподвижными наружными кольцами, которую могут выдержать внутренние кольца за номинальный срок службы в один миллион оборотов (10^6 об). Номинальная грузоподъемность радиальных подшипников определяется как центральная радиальная нагрузка, направление и значение которой постоянны, тогда как номинальная грузоподъемность упорных подшипников является осевой нагрузой постоянного значения, прилагаемой в одинаковом с центральной осью направлении. Значения номинальной грузоподъемности в таблицах размерности приводятся под обозначениями C_r для радиальных подшипников и C_a для упорных подшипников.

Номинальная долговечность

Между нагрузкой подшипника и номинальной долговечностью существует следущее отношение:

Для шариковых подшипников

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

$$L_{10} = \frac{10^6}{60n}\left(\frac{C}{P}\right)^3 \quad (\text{ч})$$

Для роликовых подшипников

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^{10/3}$$

$$L_{10} = \frac{10^6}{60n}\left(\frac{C}{P}\right)^{10/3} \quad (\text{ч})$$

где
- L_{10} : Номинальная долговечность (10^6 об или ч)
- P : Нагрузка подшипника (эквивалентная нагрузка) (Н). (см. стр. 125)
- C : Номинальная динамическая грузоподъемность подшипника (Н). Для радиальных подшипников C обозначается как C_r Для упорных подшипников, C обозначается как C_a
- n : Частота вращения (об/мин).

Если подшипники работают с постоянной скоростью, удобно выражать усталостную долговечность в часах.

Динамическая эквивалентная нагрузка

В некоторых ситуациях прилагаемые к подшипникам нагрузки являются исключительно радиальными или осевыми, однако в большинстве случаев эти нагрузки сочетаются. Кроме того, такие нагрузки обычно неустойчивы как по величине, так и по направлению.

В подобных случаях фактически прилагаемые к подшипникам нагрузки нельзя использовать для вычисления долговечности; отсюда вытекает необходимость оценки гипотетической нагрузки, имеющей постоянную величину и проходящей через центр подшипника, и дающей ту же долговечность подшипника, которую бы подшипник получил в фактических условиях нагрузки и вращения. Такая гипотетическая нагрузка называется динамической эквивалентной нагрузкой.

Если принять, что эквивалентная радиальная нагрузка равна P_r , радиальная нагрузка – F_r , осевая нагрузка – F_a , а угол контакта α, то отношение между эквивалентной радиальной нагрузкой и нагрузкой подшипника может быть приблизительно следующим:

$$P_r = XF_r + YF_a$$

где X : Коэффициент радиальной нагрузки
Y : Коэффициент осевой нагрузки
} См. таблицу 1.1

Коэффициент осевой нагрузки изменяется в зависимости от угла контакта. Для роликовых подшипников угол контакта остается постоянным, вне зависимости от величины осевой нагрузки. В случае с однорядными радиальными шариковыми подшипниками и радиально-упорными шариковыми подшипниками угол контакта увеличивается при повышении осевой нагрузки. Такое изменение угла контакта может быть выражено с помощью отношения номинальной статической грузоподъемности C_{0r} и осевой нагрузки F_a. В таблице 1.1 приведены коэффициенты осевой нагрузки для углов контакта в соответствии с этим отношением. При рассмотрении радиально-упорных шариковых подшипников воздействие изменения угла контакта на коэффициент нагрузки в нормальных условиях можно игнорировать даже при больших значениях угла контакта, например, 25°, 30° или 40°.

Для упорного подшипника с углом контакта $\alpha \neq 90°$ несущего одновременно радиальную и осевую нагрузки, эквивалентная осевая нагрузка P_a становится следующей:

$$P_a = XF_r + YF_a$$

Таблица 1.1 Значение коэффициентов X и Y

Нормальный угол контакта	$\frac{if_oF_a}{C_{0r}}$*	e	Одиночная компоновка, DT				DB или DF			
			$F_a/F_r \leqq e$		$F_a/F_r > e$		$F_a/F_r \leqq e$		$F_a/F_r > e$	
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
15	0.178	0.38	1	0	0.44	1.47	1	1.65	0.72	2.39
	0.357	0.40				1.40		1.57		2.28
	0.714	0.43				1.30		1.46		2.11
	1.070	0.46				1.23		1.38		2.00
	1.430	0.47				1.19		1.34		1.93
	2.140	0.50				1.12		1.26		1.82
	3.570	0.55				1.02		1.14		1.66
	5.350	0.56				1.00		1.12		1.63
18	–	0.57	1	0	0.43	1.00	1	1.09	0.70	1.63
25	–	0.68	1	0	0.41	0.87	1	0.92	0.67	1.41
30	–	0.80	1	0	0.39	0.76	1	0.78	0.63	1.24
40	–	1.14	1	0	0.35	0.57	1	0.55	0.57	0.93
50	–	1.49	–	–	0.73	1	1.37	0.57	0.73	1
55	–	1.79	–	–	0.81	1	1.60	0.56	0.81	1
60	–	2.17	–	–	0.92	1	1.90	0.55	0.92	1

* i равно 2 для DB, DF и 1 для DT

Таблица 1.2 Номинальная грузоподъемность многорядных компоновок РУШП

Двухрядная		Трёхрядная		Четырёхрядная	
C_r	C_{or}	C_r	C_{or}	C_r	C_{or}
1.62	2	2.15	3	2.64	4

Коэффициент увеличения относительно однорядной компоновки.

Вычисление долговечности составной группы подшипников

При использовании составной комбинации подшипников качения в одной машине можно определить усталостную долговечность отдельных подшипников, если известна воздействующая на каждый подшипник нагрузка. Как бы то ни было, в большинстве случаев оборудование выходит из строя при отказе подшипника, вызванного поломкой любого из его компонентов. Таким образом, в некоторых случаях может возникнуть необходимость знать усталостную долговечность группы подшипников, используемых в одной машине. Усталостная долговечность подшипников может сильно расходиться, и применяемое нами для расчета усталостной долговечности уравнение $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3$ распространяется на 90% случаев (что также называется номинальной усталостной долговечностью, являющейся либо суммарным числом оборотов, либо часов, за которые 90% группы одинаковых подшипников, функционирующей в одних и тех же условиях, выходят из строя).

Другими словами, расчетная усталостная долговечность для одного подшипника имеет вероятность 90%. Поскольку вероятность долговечности на определенный промежуток времени для составной группы подшипников выводится из вероятности долговечности на тот же промежуток времени для отдельных подшипников, номинальная усталостная долговечность составной группы подшипников определяется не только исходя из кратчайшей усталостной долговечности среди отдельных подшипников. Фактически срок службы группы оказывается гораздо короче срока службы подшипника с самой низкой усталостной долговечностью. Принимая номинальную усталостную долговечность отдельных подшипников равной L_1, L_2, L_3 ...L_n , а номинальную усталостную долговечность всей группы подшипников равной L, получаем нижеследующее равенство:

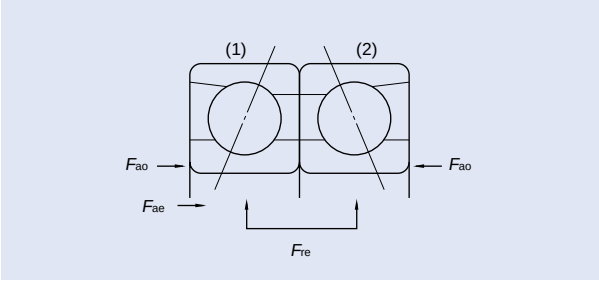
$$\frac{1}{L^e} = \frac{1}{L_1^e} + \frac{1}{L_2^e} + \frac{1}{L_3^e} + \ldots + \frac{1}{L_n^e}$$

где, e = 1.1 (как для шариковых, так и для роликовых подшипников).

Расчет долговечности радиально-упорных шариковых подшипников с преднатягом

Для установления суммарного радиального (F_r) и осевого (F_a) компонентов нагрузки на каждый подшипник в групповой компоновке радиально-упорных шариковых подшипников с преднатягом в расчет следует принимать внешние радиальную (F_{re}) и осевую (F_{ae}) нагрузки, осевую предварительную нагрузку (F_{ao}) и распределение нагрузки. Последнее является функцией элемента качения по сопротивлению деформации дорожек, пропорциональной значению нагрузки в степени$^{2/3}$. Процедура расчета для распространенных вариантов сборки одинаковых подшипников описывается ниже.

Компоновка «спина к спине», два подшипника



Под приложенной внешней радиальной нагрузкой (F_{re}) суммарный преднатяг (F_{ap}) рассчитывается следующим образом:

$$F_{ap} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times \tan\alpha + F_{ao}}{2}$$

когда $F_{ap} < F_{ao}$, используется $F_{ap} = F_{ao}$

Суммарный осевой компонент нагрузок (F_{a1}, F_{a2}) с приложенной к каждому подшипнику (1 и 2) осевой нагрузкой:

$$F_{a1} = 2/3F_{ae} + F_{ap}$$
$$F_{a2} = F_{ap} - 1/3F_{ae}$$

Когда $F_{a2} < 0$, преднатяг снижается, таким образом:

$$F_{a1} = F_{ao} \quad \text{и} \quad F_{a2} = 0$$

Общий радиальный компонент нагрузки (F_r) на каждый подшипник устанавливается согласно отношению осевой нагрузки каждого подшипника к общей осевой нагрузке, где каждый компонент возводится в степень 2/3:

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

Динамическая эквивалентная радиальная нагрузка (P_{r1}) и (P_{r2}) для каждого подшипника:

$$P_{r1} = XF_{r1} + YF_{a1}$$
$$P_{r2} = XF_{r2} + YF_{a2}$$

Значения X и Y берутся из таблицы 1.1 (стр. 139).

Номинальная долговечность (L_{10}) каждого подшипника является следующей:

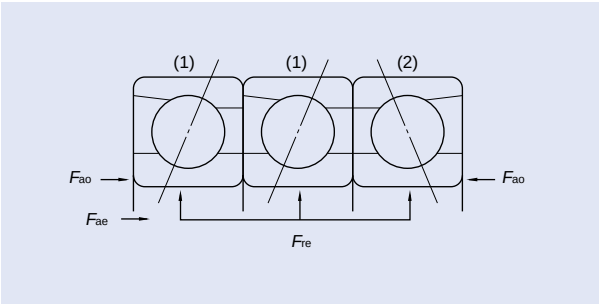
$$L_{10\,(1)} = \frac{16\,667}{n}\left(\frac{C_r}{P_{r1}}\right)^3 \quad \text{(ч)}$$

$$L_{10\,(2)} = \frac{16\,667}{n}\left(\frac{C_r}{P_{r2}}\right)^3 \quad \text{(ч)}$$

Два подшипника могут быть приняты за единицу оборудования, и, согласно теории вероятности, долговечность этой единицы, или пары подшипников, будет меньше, чем самая низкая номинальная долговечность этих подшипников по отдельности. Таким образом:

$$L_{10} = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_{10(1)}^{1.1}} + \frac{1}{L_{10(2)}^{1.1}}\right)^{\frac{1}{1.1}}} \quad \text{(ч)}$$

Компоновка подшипников DBD



Под приложенной внешней радиальной нагрузкой (F_{re}) суммарный преднатяг (F_{ap}) рассчитывается следующим образом:

$$F_{ap1} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times tan\alpha + F_{ao}}{4}$$

$$F_{ap2} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times tan\alpha + F_{ao}}{2}$$

когда $F_{ap1} < F_{ao}/2$, используется $F_{ap1} = F_{ao}/2$

и $F_{ap2} < F_{ao}$, используется $F_{ap2} = F_{ao}$

Суммарный осевой компонент нагрузки (F_{a1}, F_{a2}) на каждый подшипник с прилагаемой осевой нагрузкой:

$$F_{a1} = 0.4F_{ae} + F_{ap1}$$

$$F_{a2} = F_{ap2} - 0.2F_{ae}$$

когда $F_{a2} < 0$ преднатяг снижается, таким образом:

$$F_{a1} = \frac{F_{ae}}{2} \quad \text{и} \quad F_{a2} = 0$$

Общий радиальный компонент нагрузки (F_r) на каждый подшипник:

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{2F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{2F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times F_{re}$$

Динамическая эквивалентная радиальная нагрузка (P_{r1}) и (P_{r2}) для каждого подшипника:

$$P_{r1} = XF_{r1} + YF_{a1}$$

$$P_{r2} = XF_{r2} + YF_{a2}$$

Значения X и Y следует брать в таблице 1.1, стр. 139.

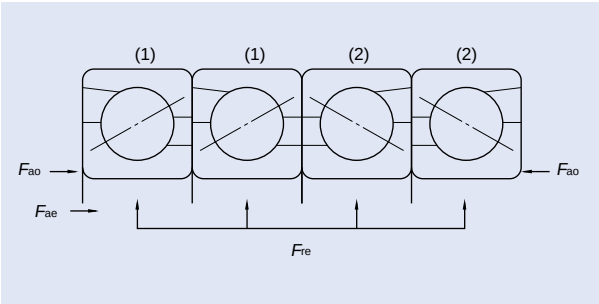
Номинальная долговечность (L_{10}) каждого подшипника:

$$L_{10(1)} = \frac{16\,667}{n}\left(\frac{C_r}{P_{r1}}\right)^3 \quad \text{(ч)}$$

$$L_{10(2)} = \frac{16\,667}{n}\left(\frac{C_r}{P_{r2}}\right)^3 \quad \text{(ч)}$$

$$L_{10} \text{ для группы} = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_{10(1)}^{1.1}} + \frac{1}{L_{10(2)}^{1.1}}\right)^{\frac{1}{1.1}}} \quad \text{(ч)}$$

Компоновка подшипников DBB



Под приложенной внешней радиальной нагрузкой (F_{re}) суммарный преднатяг (F_{ap}) рассчитывается следующим образом:

$$F_{ap} = \frac{F_{re} \times 1.2 \times tan\alpha + F_{ao}}{4}$$

когда $F_{ap} < F_{ao}/2$, используется $F_{ap} = F_{ao}/2$

Суммарный осевой компонент нагрузки (F_{a1}, F_{a2}) на каждый подшипник с прилагаемой осевой нагрузкой:

$$F_{a1} = 1/3F_{ae} + F_{ap}$$

$$F_{a2} = Fap - 1/6F_{ae}$$

когда $F_{a2} < 0$ предварительная нагрузка снижается, таким образом:

$$F_{a1} = \frac{F_{ae}}{2} \quad \text{и} \quad F_{a2} = 0$$

Общий радиальный компонент нагрузки (F_r) на каждый подшипник:

$$F_{r1} = \frac{F_{a1}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times \frac{F_{re}}{2}$$

$$F_{r2} = \frac{F_{a2}^{2/3}}{F_{a1}^{2/3} + F_{a2}^{2/3}} \times \frac{F_{re}}{2}$$

Динамическая эквивалентная радиальная нагрузка (P_{r1}) и (P_{r2}) для каждого подшипника:

$$P_{r1} = XF_{r1} + YF_{a1}$$

$$P_{r2} = XF_{r2} + YF_{a2}$$

Значения X и Y следует брать в таблице 1.1, стр. 139.

Номинальная долговечность (L_{10}) каждого подшипника:

$$L_{10(1)} = \frac{16\,667}{n}\left(\frac{C_r}{P_{r1}}\right)^3 \quad \text{(ч)}$$

$$L_{10(2)} = \frac{16\,667}{n}\left(\frac{C_r}{P_{r2}}\right)^3 \quad \text{(ч)}$$

$$L_{10} \text{ для группы} = \frac{1}{\left(\frac{1}{L_{10(1)}^{1.1}} + \frac{1}{L_{10(2)}^{1.1}}\right)^{\frac{1}{1.1}}} \quad \text{(ч)}$$

Новая теория долговечности

Введение

В последние годы технология подшипников интенсивно развивалась, в особенности в областях точности размеров и чистоты материалов. Благодаря этому подшипники теперь могут эксплуатироваться в более чистой среде и обладают большей усталостной долговечностью качения по сравнению с результатами вычисления долговечности по традиционной формуле МОС. Таким увеличением срока службы мы отчасти обязаны существенным технологическим достижениям, имеющим отношение к подшипникам, например, технологии чистоты смазочных материалов и фильтрации.

Обычная формула расчета долговечности, основанная на теориях Дж. Лундберга и А. Пальмгрена (далее – теория L-P), принимает во внимание только подповерхностное отслаивание. Это явление, при котором трещины, появляющиеся вследствие воздействия динамического касательного напряжения непосредственно под поверхностью качения, затем постепенно достигают поверхности в виде отслаивания.

$$1n\frac{1}{S} \propto \frac{\tau_o^c \cdot N^e \cdot V}{Z_o^h}$$

Новая формула расчета долговечности NSK предполагает, что усталостная долговечность качения является общим результатом сочетания воздействий одновременно возникающих подповерхностного и поверхностного видов отслаивания.

Новая формула расчета долговечности компании NSK

(1) Подповерхностное отслаивание

Предпосылкой для подповерхностного отслаивания подшипников качения является контакт элементов качения с дорожками качения с использованием достаточного и непрерывно поддерживаемого слоя чистого смазочного материала.

На рис. 1.1 приведена долговечность L_{10} для каждых условий испытаний с максимальным поверхностным контактным давлением (P_{max}) и числом приложенных циклических нагрузок по ординате и абсциссе, соответственно.

Линия теоретической долговечности L_{10} на рисунке - это теоретическая линия, построенная при помощи обычной формулы расчета долговечности. По мере уменьшения давления максимального контакта поверхностей линия фактической долговечности отделяется от линии, построенной при помощи обычного теоретического расчета, и двигается по направлению к большей долговечности. Это отделение предполагает наличие предела усталостной нагрузки P_u, ниже которого усталости качения не возникает. Подробнее это проиллюстрировано на рис. 1.2.

Рис. 1.1 Результаты испытаний на долговечность при использовании чистой смазки

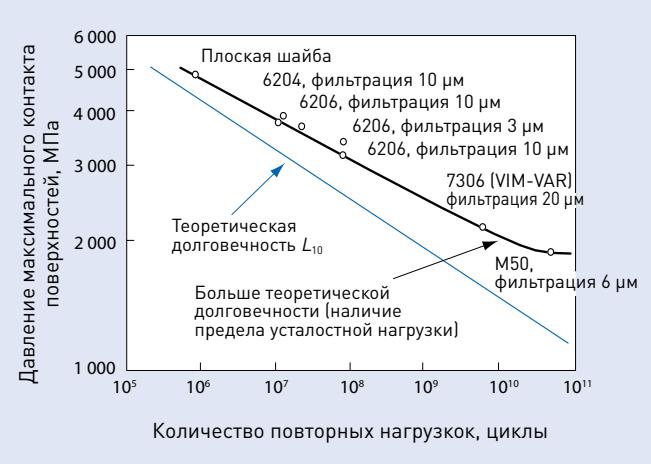
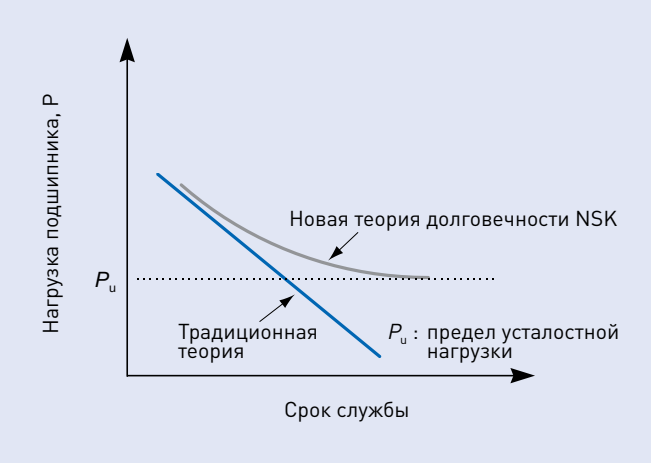


Рис. 1.2 Новая теория долговечности NSK, учитывающая предел усталостной нагрузки



(2) Поверхностное отслаивание

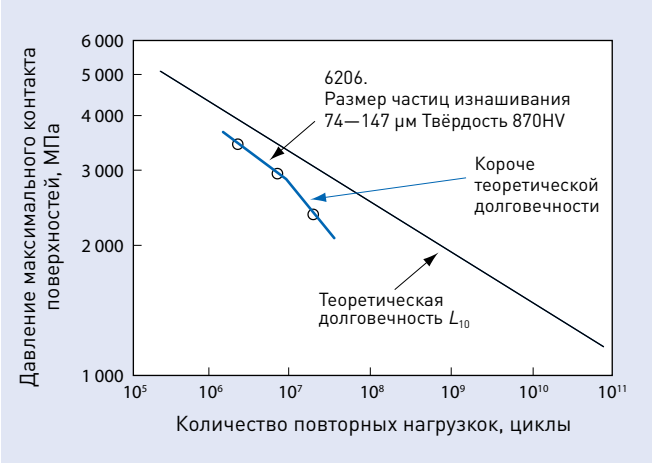
При фактической эксплуатации подшипников смазочный материал часто загрязняется такими посторонними частицами, как металлическая стружка, грат, песок и т.д. Смешавшись со смазочным материалом, инородные частицы вдавливаются элементами качения в дорожки качения, и на поверхностях дорожек и элементов качения появляются вмятины. Напряжение концентрируется по краям вмятин, в результате чего возникают трещины, которые со временем развиваются в процесс отслаивания поверхностей дорожек и элементов качения.

Как показано на рис. 1.3, в условиях эксплуатации совместно с загрязненным смазочным материалом под низким максимальным поверхностным давлением фактическая долговечность оказывается меньше долговечности, рассчитанной по обычной формуле. Линия фактической долговечности отделяется от линии, построенной с помощью расчетов теоретической долговечности, и двигается в сторону уменьшения. Это показывает, что фактическая долговечность подшипников в условиях загрязненности смазки оказывается еще короче теоретической долговечности вследствие снижения давления максимального контакта поверхностей.

Таблица 1.3 Значение коэффициента загрязнения a_c

	Очень чистая	Чистая	Нормальная	Загрязненная	Сильно загрязненная
Коэффициент a_c	1	0.8	0.5	0.4–0.1	0.05
Руководство по применению	Фильтрация 10 μм	Фильтрация 10–30 μм	Фильтрация 30–100 μм	Фильтрация свыше 100 μм или нет фильтрации (смазывание в масляной ванне, циркуляционное смазывание и т.д.)	Фильтрации нет, наличие множества тонкодисперсных включений
Примеры применения	Герметизированный подшипник, смазанный консистентной смазкой, предназначенный для эксплуатации совместно с электроприборами и информационным оборудованием и т.д	Герметизированный подшипник с консистентной смазкой для электродвигателей. Герметизированный подшипник с консистентной смазкой для железнодорожных букс и станочного оборудования и т.д.	Стандартное применение. Подшипник для автомобильной ступицы и т.д.	Подшипник для автомобильной трансмиссии; подшипник для промышленной коробки подач; подшипник для строительной машины и т.д.	—

Рис. 1.3 Результаты испытаний на долговечность при использовании загрязненной смазки



Таким образом, новая формула NSK расчета долговечности учитывает тенденцию результатов испытаний на долговечность в условиях чистой среды и в зоне действия низкой нагрузки. Полученное на основании этих результатов новое равенство долговечности – это функция $(P\text{-}P_u)/C$, зависящая от конкретных условий смазки, определяемых параметром смазывания. Кроме того, предполагается, что воздействие различных видов и форм посторонних частиц сильно зависит от нагрузки подшипника и текущих условий смазки, и что такое отношение можно выразить как функцию параметра нагрузки. Это отношение новой формулы расчета долговечности определяется так: $(P\text{-}P_u)/C \cdot 1/a_c$.
Формула расчета поверхностного отслаивания, базирующаяся на приведенной выше концепции, выглядит так:

$$1n\frac{1}{S} \propto N^e \int_V \frac{(\tau - \tau_u)^c}{Z_o^h} dV \times \left\{ \frac{1}{f(a_c, a_L)} - 1 \right\}$$

V = интенсивность напряжения

Коэффициент загрязнения, относящийся к области чистоты смазывания, отображен в таблице 1.3. Результаты испытаний шариковых и роликовых подшипников при смазывании консистентной смазкой и фильтрацией примесей показывают, что срок их службы в данном случае оказывается во много раз дольше, чем в условиях загрязнения. Тем не менее если жесткость посторонней частицы превышает значение Hv350, она становится самостоятельным фактором воздействия, и на дорожке качения возникает вмятина.
Усталостные разрушения, вызываемые такими вмятинами, могут быстро перейти в отслаивание. Результаты испытаний шариковых и роликовых подшипников в условиях загрязнения инородными частицами показывают, что долговечность подшипников сокращается до 1/3 – 1/10 долговечности, рассчитанной по обычной формуле. На основе результатов этих испытаний коэффициент загрязнения ac раскладывается на пять составляющих для новой теории долговечности NSK.

(3) Новая формула расчета долговечности.
Нижеследующая формула, объединяющая подповерхностный и поверхностный виды отслаивания, предлагается в качестве новой формулы расчета долговечности.

$$1n\frac{1}{S} \propto N^e \int_V \frac{(\tau - \tau_u)^c}{Z_o^h} dV \times \left\{ \frac{1}{f(a_c, a_L)} \right\}$$

$$L_{able} = a_1 \quad a_{NSK} \quad L_{10}$$

Поправочный коэффициент долговечности a_{NSK}

Поправочный коэффициент долговечности a_{NSK} это функция параметра смазки $(P\text{-}P_u)/C \cdot 1/a_c$ согласно приведенной ниже формуле.

$$a_{NSK} \propto F\left\{a_L, \left(\frac{P\text{-}P_u}{C\ a_c}\right)\right\}$$

Новая теория NSK, корректируя фактор загрязнения a_c учитывает влияние усовершенствованного материала и термообработки на срок службы изделия. Кроме того, в теории используется коэффициент вязкости k ($k = v/v_1$ где v – рабочая вязкость, а v_1 – требуемая вязкость), поскольку параметр смазки a_L изменяется по мере формирования масляной пленки в зависимости от смазочного материала и рабочей температуры. Теория показывает: чем лучше условия смазывания (выше k), тем дольше срок службы подшипника.

На рис. 1.4 и 1.5 показаны диаграммы поправочного коэффициента a_{NSK} как функции новой формулы расчета долговечности. Помимо этого в новой формуле расчета долговечности точечный и линейный контакты учитываются по отдельности для шариковых и роликовых подшипников соответственно.

Новая формула расчета долговечности L_{able}

Концепция новой формулы расчета долговечности приводится к простейшему виду одного коэффициента согласно приведенной ниже формуле, в которой традиционная формула расчета долговечности (L_{10}) умножается на поправочный коэффициент (a_{NSK}) и коэффициент надежности (a_1; таблица 1.4):

$$L_{able} = a_1 \cdot a_{NSK} \cdot L_{10}$$

Таблица 1.4 Коэффициент надежности

Надежность (%)	90	95	96	97	98	99
Коэффициент надежности	1,00	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

Рис. 1.4 Новая схема расчета долговечности шариковых подшипников

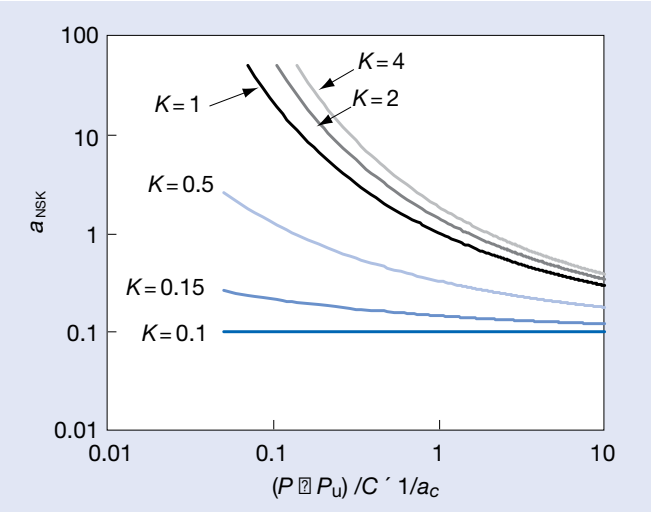
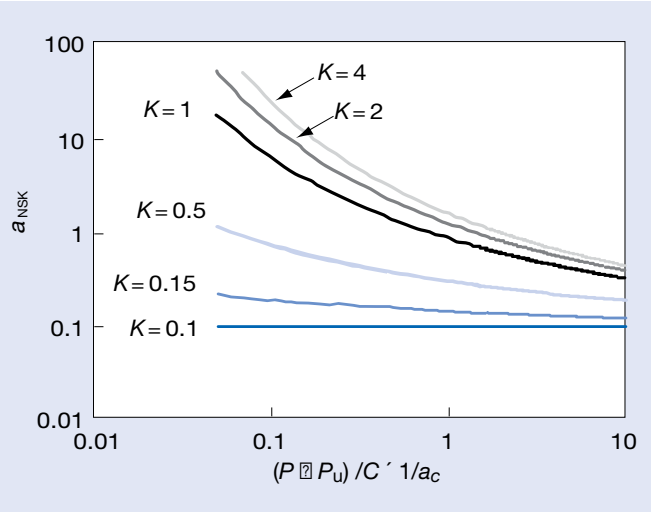


Рис. 1.5 Новая схема расчета долговечности роликовых подшипников



Доступ к вычислительным инструментам компании NSK

Чтобы воспользоваться вычислительными программами NSK, посетите наш веб-сайт: http://www.nsk.com

Долговечность высокоскоростных подшипников

При высокоскоростном режиме работы подшипников помимо внешней нагрузки следует принимать во внимание и внутреннюю нагрузку, порождаемую воздействующей на тела качения центробежной силой.

Для расчета режима нагрузки подшипников, выполняющих высокоскоростные операции (свыше 800 000 $d_m n$), следует использовать компьютер.

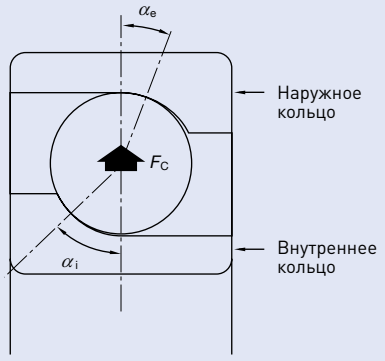
Равновесие между силами, воздействующими на тела качения и внутреннее/наружное кольца, а также изменения угла контакта достигаются посредством использования конвергентных расчетов ([1]), основанных на данных о режиме нагрузки подшипника (куда входят радиальная нагрузка, осевая нагрузка, воздействующая на тела качения центробежная сила и т.д.).

Сначала рассчитывается долговечность каждого по отдельности тела качения под нагрузкой между внутренним и наружным кольцами, а затем вычисляется долговечность подшипника в целом.

([1]) Расчеты сходимости позволяют NSK с большой степенью точности вычислять действующую на шарики центробежную силу, а также нагрузки на каждое тело качения.

За информацией о расчетах долговечности для подшипников, используемых в высокоскоростных установках, обратитесь в компанию NSK.

Рис. 1.6 Изменения угла контакта, обусловленные центробежной силой



F_c: Воздействие центробежной силы на тела качения

Долговечность керамических гибридных подшипников

Значений C_r, C_{or} и стандартов L_{10} по МОС281 для керамических подшипников не существует.

Как бы то ни было, долговечность керамических подшипников имеет тенденцию быть выше долговечности обычных стальных шариковых подшипников в одинаковых подходящих им условиях эксплуатации.

Особенно это касается тех ситуаций, когда воздействие центробежной силы на шарики велико.

Статическая номинальная грузоподъемность

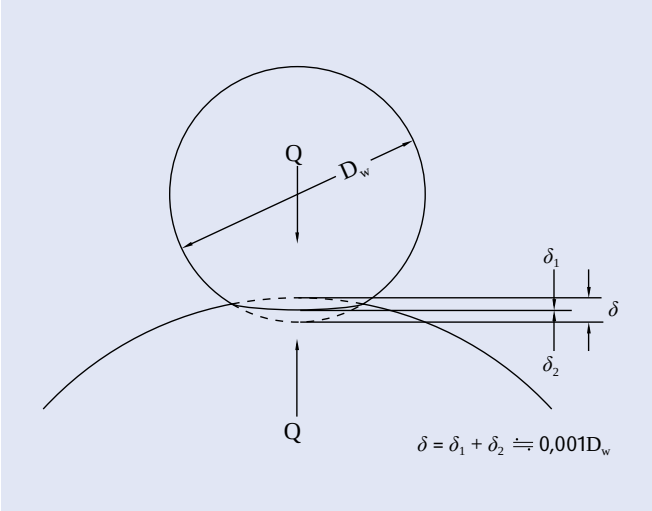
Под чрезмерной или сильной ударной нагрузкой подшипники качения могут подвергнуться местной остаточной деформации тел качения и поверхностей дорожек качения, если превышен предел упругости. Неупругая деформация увеличивается по площади и глубине по мере повышения нагрузки, и, когда нагрузка превышает определенный предел, гладкий ход подшипников начнет затрудняться.

Номинальная статическая нагрузка определяется как эта статическая нагрузка, создающая рассчитанное контактное напряжение в центре области контакта между телом качения, подверженным максимальному напряжению, и поверхностью дорожки качения.

Для шариковых подшипников: 4 200 МПа
Для роликовых подшипников: 4 000 МПа

В области максимального напряжения сумма остаточной деформации тела качения и дорожки качения равняется приблизительно 0,0001 диаметра тела качения. Номинальная статическая грузоподъемность C_0 в таблицах подшипников обозначается C_{0r} для радиальных и C_{0a} для упорных подшипников.

Рис. 2.1 Отношение между вдавливанием и номинальной статической грузоподъемностью



Статические эквивалентные нагрузки

Статическая эквивалентная нагрузка – это гипотетическая нагрузка, вызывающая контактное напряжение, равное максимальному напряжению, в фактических рабочих условиях, в неподвижном состоянии (включая очень медленное вращение или колебание), в области контакта между теми телами качения, на которые приходится самое сильное напряжение, и дорожками качения подшипника.

Статическая радиальная нагрузка, проходящая через центр подшипника, принимается в качестве статической эквивалентной нагрузки для радиальных подшипников, тогда как статическая осевая нагрузка в направлении, совпадающем с центральной осью, принимается в качестве статической эквивалентной нагрузки для упорных подшипников.

Статическая эквивалентная нагрузка на радиальные подшипники. Большее из двух значений, выведенных из нижеследующих равенств, следует принимать в качестве значения статической эквивалентной нагрузки на радиальные подшипники.

$$P_0 = X_0F_r + Y_0F_a$$
$$P_0 = F_r$$

Статическая эквивалентная нагрузка на упорные подшипники:

$$P_0 = X_0F_r + F_a \quad \alpha \neq 90°$$

Таблица 2.1 Статическая эквивалентная нагрузка $P_0 = X_0F_r + Y_0F_a$

Угол контакта	Одиночная компоновка, DT		DB или DF	
	X_0	Y_0	X_0	Y_0
15	0.5	0.46	1	0.92
18	0.5	0.42	1	0.84
25	0.5	0.38	1	0.76
30	0.5	0.33	1	0.66
40	0.5	0.26	1	0.52

где

P_0 : Статическая эквивалентная нагрузка (Н)
F_r : Радиальная нагрузка (Н)
F_a : Осевая нагрузка (Н)
X_0 : Коэффициент статической радиальной нагрузки
Y_0 : Коэффициент статической осевой нагрузки

При одиночной сборке или комбинации DT и значении $F_r > 0.5F_r + Y_0F_a$, используйте $P_0 = F_r$

Коэффициент допустимой статической нагрузки

Допустимая статическая эквивалентная нагрузка на подшипники изменяется в зависимости от номинальной статической грузоподъемности, а также установки и условий эксплуатации этих подшипников.

Коэффициент допустимой статической нагрузки служит фактором безопасности, применяемым к номинальной статической грузоподъемности, и определяется при помощи отношения в составе нижеследующего равенства:

$$f_S = (C_0/P_0)$$

где

C_0 : Номинальная статическая грузоподъемность (Н)
P_0 : Статическая эквивалентная нагрузка (Н)

Таблица 2.2 Значения коэффициента допустимой статической нагрузки f_s

Рабочие условия	Нижний предел f_s	
	Шариковые подшипники	Роликовые подшипники
Установки с низким уровнем шума	2,0	3,0
Подшипники, подвергающиеся вибрации и ударным нагрузкам	1,5	2,0
Стандартные рабочие условия	1,0	1,5

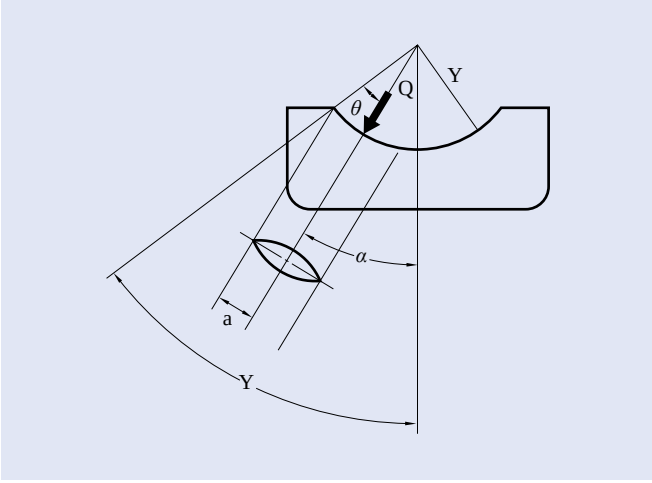
Допустимая осевая нагрузка

В целях оптимизации эксплуатационных характеристик подшипников компания NSK определила статистику допустимых осевых нагрузок на основе двух нижеследующих ситуаций:

1. Предельная нагрузка, при которой между шариком и дорожкой качения создается эллипс контакта вследствие изменений угла контакта, когда радиальный подшипник, несущий осевую нагрузку, выходит за кромку дорожки качения.
2. Значение статической эквивалентной нагрузки P_0 , которое выводится из значения номинальной статической грузоподъемности C_0 при использовании коэффициента статической осевой нагрузки Y_0.

Допустимая осевая нагрузка обладает наименьшим из двух определенных выше значений.
Это значение проверено на практике и включает фактор безопасности.
(Сведения о допустимых осевых нагрузках см. в таблицах подшипников).

Рис. 2.2. Эллипс контакта и предельная осевая нагрузка



Комбинации радиально-упорных шариковых подшипников, выпускаемые компанией NSK

Как правило, NSK предлагает сверхточные радиально-упорные шариковые подшипники в двухрядной, трехрядной и четырехрядной комбинациях. Для фиксированной стороны шпинделя обычно применяются двухрядные (DB), трехрядные (DBD) и четырехрядные (DBB) компоновки. Однако, что касается трехрядных компоновок, в связи с тем, что распределение предварительной нагрузки на каждый подшипник неравномерно, диапазон оптимальных вариантов преднатяга весьма ограничен, вследствие чего эти компоновки непригодны для высокоскоростных режимов.
Совмещающиеся подшипники производятся комплектами, благодаря чему при их смежной установке автоматически достигается заданный преднатяг. Отклонения значений внутреннего и внешнего диаметров для парных подшипников корректируются до менее 1/3 от поля допуска.

Таблица 3.1 Характеристики каждой комбинации

	DB	DF	DT	DBD	DBB
Направление нагрузки	⇔	⇔	→	⇔	⇔
Мгновенная жесткость	◎	○	△	◎	◎
Высокоскоростные качества	◎	◎	◎	△	○
Тепловыделение	◎	◎	◎	△	○
Жесткость	○	○	△	◎	◎

◎Превосходно ◎Отлично ○Хорошо △Удовлетворительно →Только одно направление ⇔Два направления

Характеристики каждой комбинации

● Компоновка «спина к спине», DB
Может нести осевые нагрузки в обоих направлениях, а также радиальные нагрузки. Из-за большого расстояния между центрами полезной нагрузки такая компоновка пригодна, если есть моменты приложения сил. Тем не менее если корпус не обладает достаточной точностью, а шпиндель разрегулирован, то внутренние нагрузки подшипников могут значительно возрасти и вызвать преждевременный выход из строя подшипников вследствие большей жесткости момента.

● Компоновка «лицо к лицу», DF
По сравнению с видом DB расстояние между центрами полезной нагрузки небольшое, поэтому способность воспринимать моменты приложения сил у этой компоновки уступает аналогичной способности DB.
С другой стороны, этот вид компоновки подходит к совместному применению с корпусами, обладающими меньшим классом точности или большим смещением вала вследствие его низкой изгибной жесткости.

● «Тандемная» компоновка, DT
Может нести осевые нагрузки в одном направлении, а также радиальные нагрузки. Поскольку осевая жесткость этого вида компоновки в два раза превышает аналогичное значение для однорядной компоновки, это соединение используется при высокой осевой нагрузке в одном направлении.

● Трехрядная компоновка DBD
Может нести осевые нагрузки в обоих направлениях, а также радиальные нагрузки.
Однако преднатяг на каждый подшипник распределяется неодинаково, а преднатяг на противоположную сторону (одиночную сторону) в два раза превышает аналогичное значение для другой стороны.
Следовательно, этот вид компоновки не подходит для высокоскоростных режимов из-за сильного увеличения внутренней нагрузки на одну из сторон, которое повышает вероятность выхода подшипника из строя.

● Четырехрядная компоновка, DBB
Может нести осевые нагрузки в обоих направлениях, а также радиальные нагрузки. В расположениях с тем же осевым зазором, что и в компоновке DB, преднатяг и жесткость в два раза превышают аналогичные значения для DB. Кроме того, допустимая осевая нагрузка в четырехрядной компоновке превышает аналогичное значение для компоновки DB.

Рис. 3.1 Расстояние между центрами полезной нагрузки в системах «спина к спине» и «лицо к лицу».

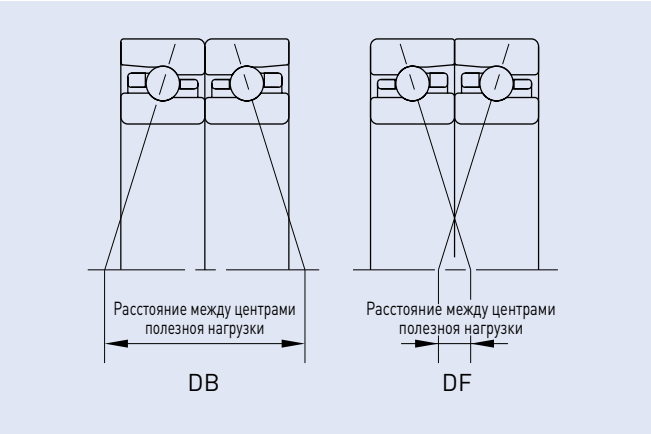


Рис. 3.2 Направление нагрузки в системах «спина к спине» и «тандем».

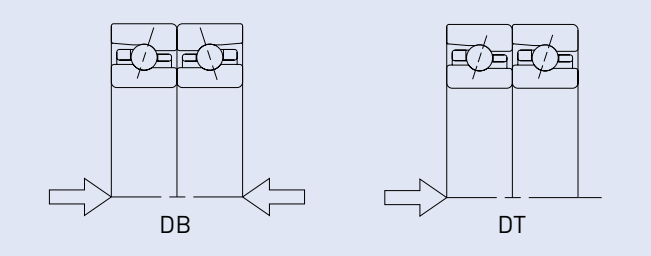
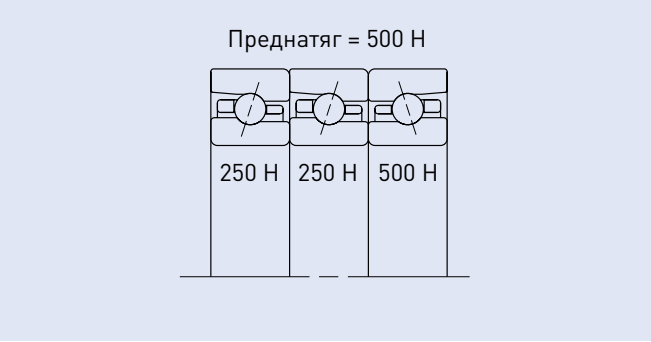


Рис. 3.3 Внутренный преднатяг в компоновке DBD.



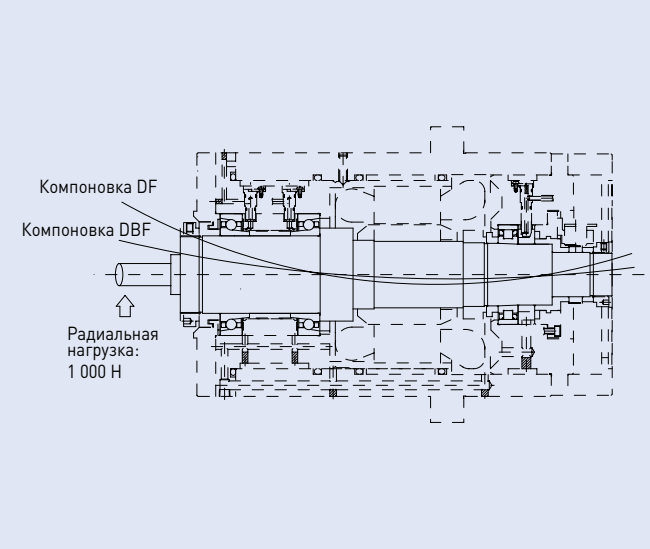
Сравнение изгиба вала при компоновках „спина к спине” и „лицо к лицу”

Жесткость момента для компоновок „спина к спине” и „лицо к лицу” различна, как показано в приведенном ниже примере расчета сравнения изгиба вала. В этом примере на передней стороне использованы радиально-упорные шариковые подшипники (75BNR10XET); типичные формы отклонения вала показаны для обеих компоновок DB и DF. Если к торцу шпинделя прикладывается радиальная нагрузка величиной 1000Н, радиальные смещения торца шпинделя вычисляются следующим образом:

$$\sigma_{DB} = 2.4079 \times 10^{-2}$$
$$\sigma_{DF} = 2.9853 \times 10^{-2}$$

Это показывает, как влияет расстояние между центрами полезной нагрузки на изгиб шпинделя.

Рис. 3.4 Кривая смещения шпинделя



Инструкция по монтажу радиально-упорных шариковых подшипников – метод совмещения

Направление совмещения

Для совмещаемых подшипников огромное значение имеют порядок монтажа и направление приложения нагрузки. На поверхностях внешних диаметров подшипников присутствует знак „V”, как показано на рисунке справа. Если подшипники установлены так, что их отметки образуют правильный знак „V”, это значит, что совмещение и ориентировка верны.

Символ „○” на боковой поверхности или скошенной части внутренних колец означает позицию максимального радиального биения. Оптимальная точность достигается при установке подшипника, поэтому символ „○” размещается строго напротив по отношению к позиции максимального эксцентриситета вала.

На наружном кольце позиция максимального радиального биения обозначена позицией „V”.

Рис. 3.5 Обозначение положения максимального радиального биения внутреннего кольца

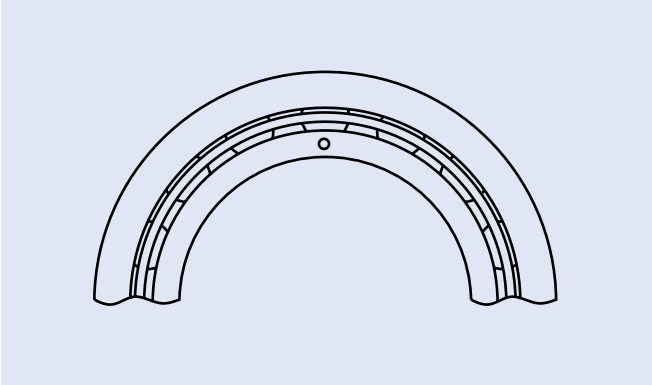
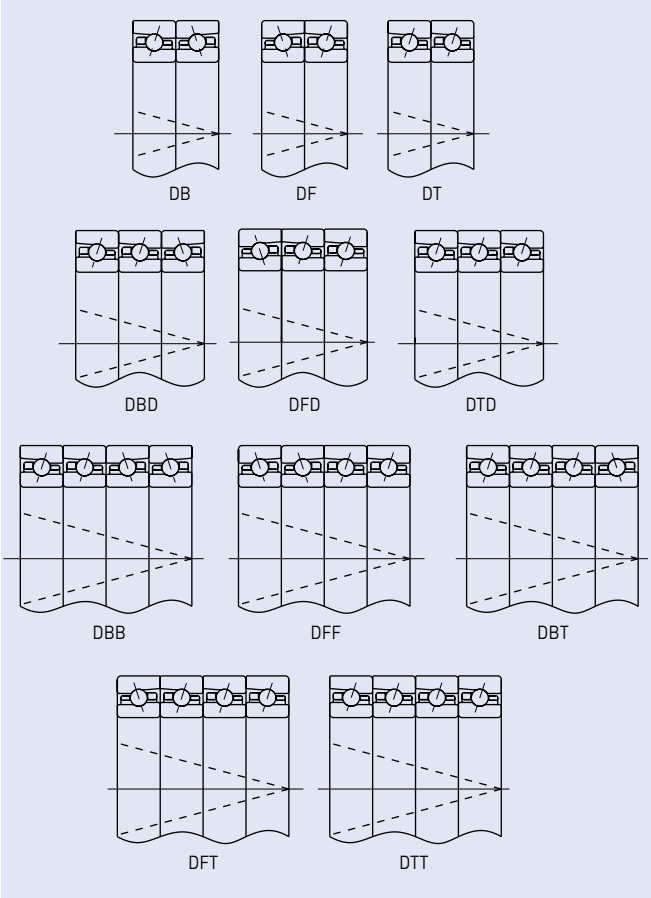


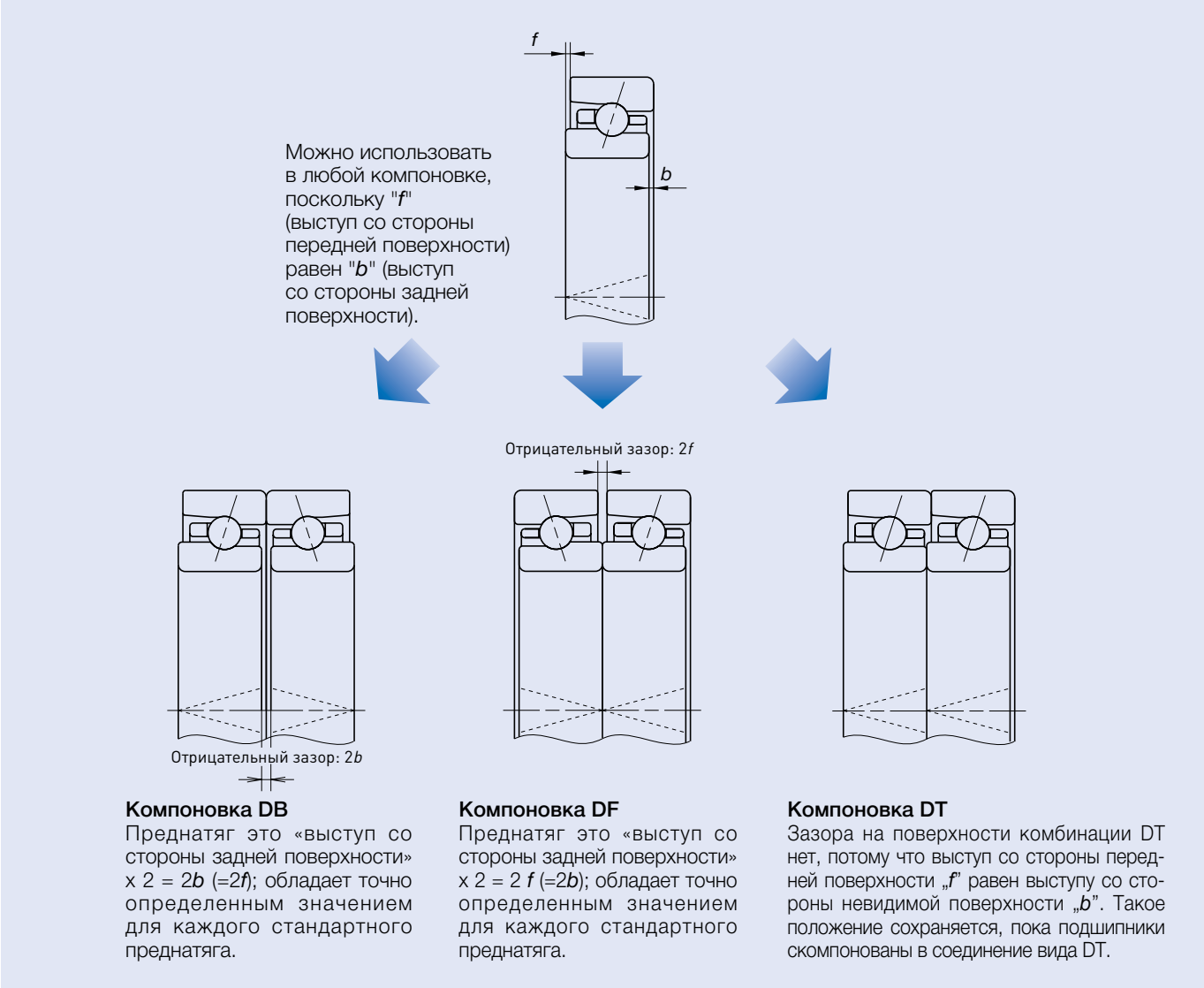
Рис. 3.6 Комбинации радиально-упорных шариковых подшипников



Универсальная комбинация

Компания NSK предлагает универсальные радиально-упорные подшипники для групповых комбинаций с одинаковыми выступами передней и задней поверхностей. Это означает, что когда между собой комбинируются подшипники одного и того же идентификационного номера, они все имеют заданную величину для каждого стандартного варианта. Для подшипников в универсальной компоновке монтажные знаки "V", расположенные на внешней поверхности наружного кольца, предотвращают ошибки в "ориентации", обеспечивают правильное совмещение деталей при монтаже и указывают направление угла контакта.

Рис. 3.7 Универсальная комбинация



Различия между подшипниками в комбинациях SU и DU

Есть два вида универсальной комбинации подшипников NSK, существующие между ними различия приведены в таблице ниже.

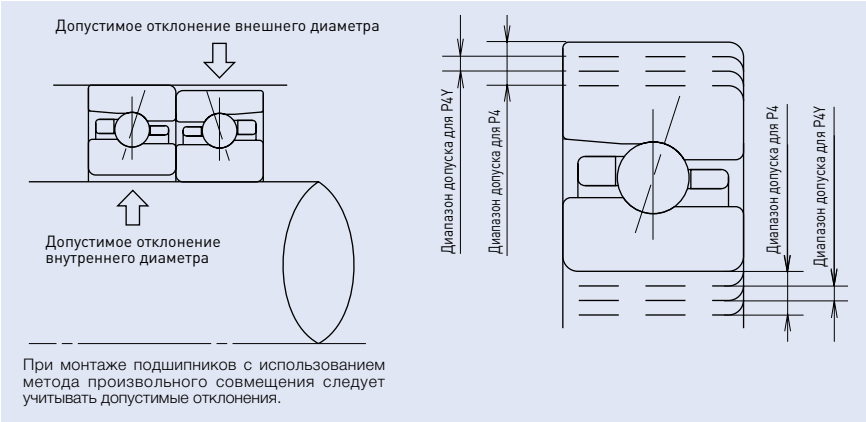
Таблица 3.2 Характеристики компоновок подшипников SU и DU

	SU	DU
Количество рядов подшипников	1	2
Допустимые отклонения внутреннего и внешнего диаметров	–	Контролируются в пределах 1/3 от допустимого

Примечания относительно применения одинарной универсальной компоновки подшипников (SU)

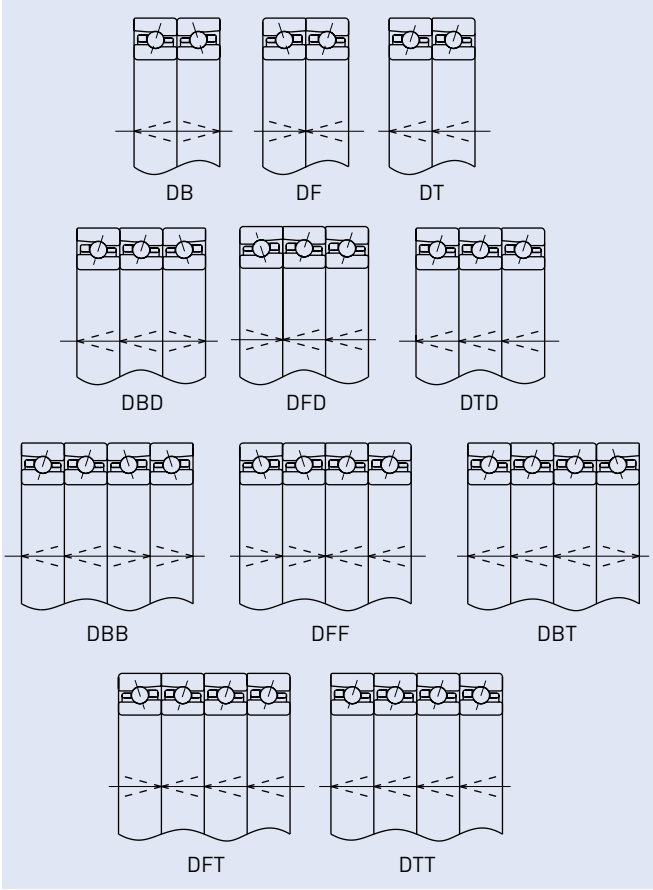
- При использовании этих подшипников в качестве компонента множественной комбинации подшипников рекомендуется контролировать отклонения внутреннего и внешнего диаметров в пределах 1/3 от допустимого.
- Есть также специальные подшипники с особым классом точности "P4Y", которые позволяют компенсировать небольшие отклонения внутреннего и внешнего диаметров. Допуск "P4Y" включает ту же точность вращения, что и P4, но по сравнению с ним имеет более узкий диапазон допустимых отклонений внутреннего и внешнего диаметров. Он подходит для универсальных составных подшипников (метод "произвольного совмещения").
- "P4Y" подходит для универсальных составных подшипников (метод "произвольного совмещения"). Однако при эксплуатации этих подшипников со скоростью свыше 1 500 000 $d_m n$, существует вероятность того, что очень небольшое отклонение посадки для вала или корпуса вызовет повреждение подшипника из-за диспропорции внутренней нагрузки для каждого ряда. Если эти подшипники используются для выполнения операций с высокой скоростью, нужно принимать во внимание вероятность такого повреждения.

Рис. 3.8 Допустимые отклонения точности P4 и P4Y



Монтажный знак и метод совмещения для универсальных комбинаций подшипников

Рис. 3.9 Универсальные комбинации подшипников



Допустимые отклонения внутреннего и внешнего диаметров (точность P4Y)

Таблица 3.3 Допустимые отклонения внутреннего диаметра внутреннего кольца

Единица измерения: μм

Внутренний диаметр		Класс 4		Класс 4Y регулируется в пределах среднего значения)	
свыше	включительно	высокий	низкий	высокий	низкий
30	**50**	0	– 6	–1	–3
50	**80**	0	– 7	–2	–5
80	**120**	0	– 8	–3	–6
120	**150**	0	–10	–3	–7

* Допустимые отклонения для подшипников с внутренним диаметром менее 30 мм совпадают с допустимыми отклонениями для подшипников с внутренним диаметром 30–50 мм.

Таблица 3.4 Допустимые отклонения наружнего диаметра наружного кольца

Единица измерения: μм

Внешний диаметр		Класс 4		Класс 4Y регулируется в пределах среднего значения)	
свыше	включительно	высокий	низкий	высокий	низкий
50	**80**	0	– 7	–2	–6
80	**120**	0	– 8	–2	–6
120	**150**	0	– 9	–3	–7
150	**180**	0	–10	–3	–7
180	**200**	0	–11	–4	–9
200	**менее 215**	0	–11	–2	–9

* Допустимые отклонения для подшипников с внешним диаметром менее 50 мм совпадают с допустимыми отклонениями для подшипников с внешним диаметром 50–80 мм.

4. ПРЕДНАТЯГ И ЖЕСТКОСТЬ

Рассматривая вопрос жесткости шпинделей станочного оборудования, подшипники можно представить в роли пружин. Когда к шпинделю прикладывается осевая нагрузка, смещение по оси определяется осевой жесткостью подшипников зафиксированного конца шпинделя.

При необходимости получения высокой радиальной жесткости, как правило, используются цилиндрические роликовые подшипники. Осевые нагрузки обычно несут радиально-упорные шариковые подшипники. Чем больше угол контакта радиально-упорных шариковых подшипников, тем выше осевая жесткость. Подшипники с внутренним диаметром одинакового размера и большим количеством элементов качения (серии по диаметру 0 и 9 или серии BNR10 и BNR19) обладают большей степенью жесткости, несмотря на то, что диаметр их элементов качения меньше.

Обычно преднатяг устанавливается на подшипниках в целях увеличения жесткости шпинделей станков. Но в том случае, если преднатяг окажется чрезмерно высоким, это приведет к отслаиванию и, возможно, заеданию подшипника. Многие увеличивают степень жесткости при помощи комбинации двух и более радиально-упорных шариковых подшипников. Особенно подходят для этой задачи подшипники для шарико-винтовых опор, для которых высокая жесткость обязательна, угол контакта велик, а преднатяг выше, чем у шпинделя. Для выдерживания осевых нагрузок обычно используют два или три подшипника.

Назначение

Основными задачами подшипников с преднатягом при работе со шпинделями станочного оборудования являются:

- Повышение и поддержание точности хода вала.
- Увеличение жесткости подшипников.
- Минимизация шума из-за осевых вибраций и резонанса.
- Предотвращение ложного бринеллирования.
- Предупреждение проскальзывания между телами качения и дорожками качения вследствие гироскопических моментов.
- Поддержание элементов качения в правильном положении.

Обычно преднатяг устанавливается на подшипниках при использовании комбинации из двух и более подшипников, например, радиально-упорных шариковых или конических роликовых подшипников.

Преднатяг цилиндрических роликовых подшипников достигается при отрицательном радиальном внутреннем зазоре.

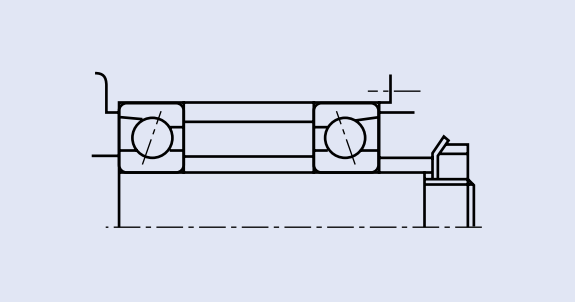
(1) Установочный преднатяг

Установочный преднатяг достигается посредством фиксации двух подшипников с противоположно направленными осями в положении, которое во время выполнения операции остается неизменным. На практике для получения позиционного преднатяга используются в основном следующие три метода:

1. Применение дуплексной компоновки подшипников с предварительно выверенными размерами выступа и осевым зазором.
2. Использование дистанционного кольца или прокладки соответствующего размера для достижения необходимого расположения и преднатяга (см. рис. 4.1).
3. Применение болтов или гаек для выверки осевого преднатяга. (В этом случае для контроля преднатяга следует измерить пусковой момент вращения.

Однако не рекомендуется применять данный метод для шпинделей высокоточных механических станков из-за сложности проверки преднатяга и вытекающего из этого риска вертикального смещения (наклона) подшипника).

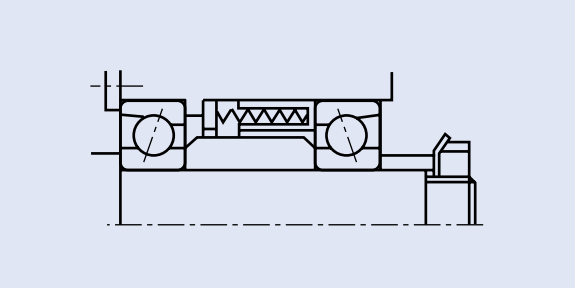
Рис. 4.1 Установочный преднатяг



(2) Преднатяг постоянным давлением

Преднатяг постоянным давлением достигается посредством использования цилиндрической или пластинчатой пружины. Даже в том случае, если взаимное положение подшипников в течение операции меняется, величина преднатяга остается сравнительно постоянной. Компоновка радиальноупорных шариковых подшипников для вращения с высокой скоростью изображена на рис. 4.2.

Рис. 4.2 Преднатяг постоянным давлением



Изменение жесткости с помощью преднатяга

Установочный преднатяг и осевая жесткость

Когда внутренние кольца спаренных подшипников, изображенных на рис. 4.3, зафиксированы по оси, подшипники A и B смещаются на δ_{aoA} и δ_{aoB} и осевое пространство δ_{ao} между внутренними кольцами исчезает. В этих условиях в каждом подшипнике используется преднатяг F_{ao}. Отношение между осевой нагрузкой, F_a и смещением в дуплексной компоновке показано на рис. 4.4. Рисунки 4.5 и 4.6 отображают ту же идею для компоновки DBD.

Компоновка "спина к спине"- 2 подшипника, DB

Рис. 4.3 Компоновка DB с преднатягом

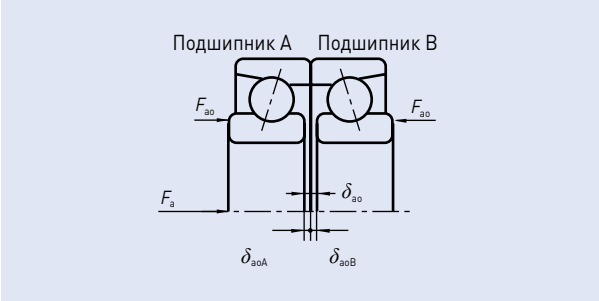
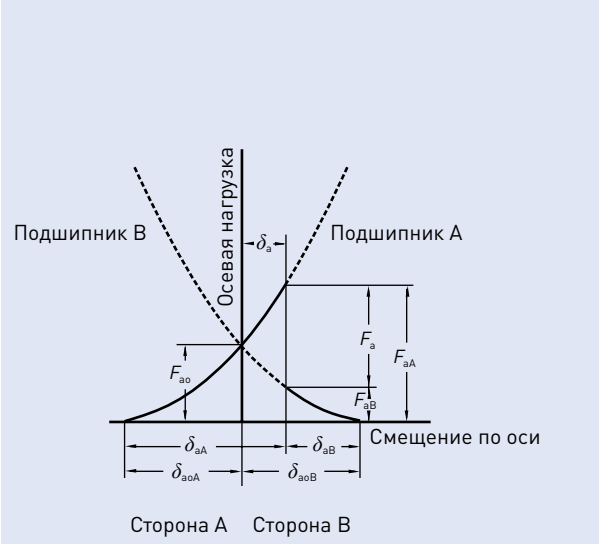


Рис. 4.4 Смещение по оси компоновки DB с преднатягом



F_a : Осевая нагрузка, приложенная снаружи
F_{aA} : Осевая нагрузка, прилагаемая к подшипнику A
F_{aB} : Осевая нагрузка, прилагаемая к подшипнику B
δ_a : Смещение дуплексной компоновки
δ_{aA} : Смещение подшипника A
δ_{aB} : Смещение подшипника B

Компоновка DBD

Рис. 4.5 Компоновка DBD с преднатягом

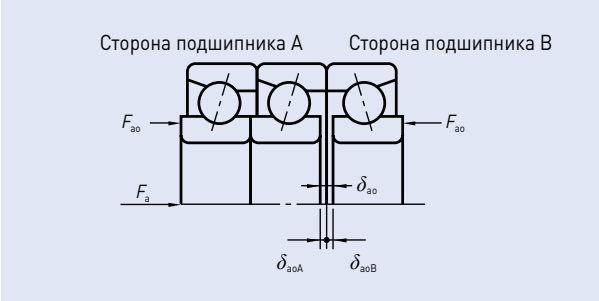
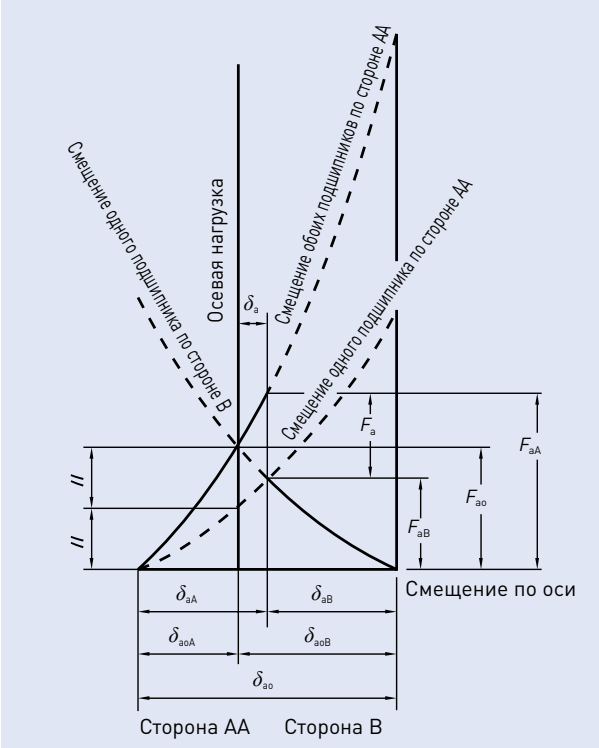


Рис. 4.6 Смещение по оси компоновки DBD с преднатягом



F_a : Осевая нагрузка, приложенная снаружи
F_{aA} : Осевая нагрузка, прилагаемая к подшипнику AA
F_{aB} : Осевая нагрузка, прилагаемая к подшипнику B
δ_a : Смещение триплексной компоновки
δ_{aA} : Смещение подшипника AA
δ_{aB} : Смещение подшипника B

Преднатяг постоянным давлением и осевая жесткость

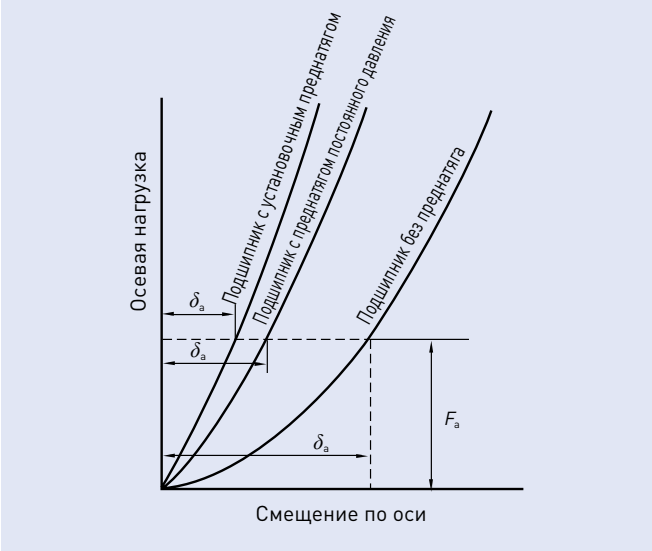
На рис. 4.7 изображена дуплексная компоновка подшипников с преднатягом постоянным давлением.

Кривая прогиба пружины почти параллельна горизонтальной оси, поскольку у пружин жесткость меньше, чем у подшипника. В результате жесткость под преднатягом постоянного давления приблизительно равна жесткости одного подшипника с прилагаемым к нему преднатягом F_{ao}.

На рис. 4.8 сравниваются степени жесткости подшипника с установочным (позиционным) преднатягом и подшипника с преднатягом постоянным давлением.

Рис. 4.7 Смещение по оси при предварительной нагрузке постоянного давления

Рис. 4.8 Сравнение жесткости и преднатяга



Сравнение методов преднатяга

Установочный преднатяг и преднатяг постоянным давлением можно сравнить следующим образом:

(1) При равенстве обоих преднатягов, установочный преднатяг обеспечивает гораздо большую жесткость подшипника. Другими словами, деформация вследствие внешних нагрузок для подшипников с установочным преднатягом оказывается меньшей.

(2) При установочном преднатяге значение этой нагрузки колеблется в зависимости от таких факторов, как разность осевого расширения вследствие разницы температур вала и корпуса, разность радиального расширения вследствие разницы температур внутреннего и наружного колец и деформация вследствие нагрузки. При предварительной нагрузке постоянного давления возможно свести к минимуму любые изменения преднатяга, поскольку изменение нагрузки от пружины с расширением и сжатием вала является незначительным.

Из вышеприведенного объяснения становится ясно, что позиционные предварительные нагрузки, как правило, предпочтительны для увеличения жесткости, тогда как предварительные нагрузки постоянного давления больше подходят для высокоскоростных установок.

Величина преднатяга

Чем больше преднатяг, тем выше жесткость. Однако в том случае, если преднатяг превышает необходимую величину, начинается ненормальное тепловыделение, вследствие чего сокращается усталостная долговечность. В самых крайних случаях это может привести к избыточному износу и даже заеданию подшипника. Таким образом, во избежание получения чрезмерного преднатяга следует внимательно изучать и подбирать величину преднатяга, учитывая в то же время условия применения и эксплуатации.

Высокоскоростные шпиндели и преднатяг

При эксплуатации подшипников на высоких скоростях, давление поверхностного контакта шариков и дорожек качения внутреннего и наружного колец увеличивается вследствие расширения внутренней осевой нагрузки, вызываемого центробежной силой, формирования внутренней осевой нагрузки, вызываемой воздействием центробежной силы на шарики, и разности температур внутреннего и наружного колец.

Для подшипников с углом контакта, таких как радиально-упорные шарикоподшипники, может иметь место чистое движение качения со скольжением вследствие спиновых и гироскопических моментов.

По мере повышения скорости подшипника увеличивается скольжение. В результате интенсивность выделения тепла в областях контакта повышается, а вязкость смазочного материала снижается. В некоторых случаях происходит распад масляной пленки, что вызывает полное заедание подшипника. Другими словами, если давление контакта поверхностей при выполнении операций с небольшой скоростью равняется аналогичному параметру для высокоскоростных режимов, то тепловыделение вследствие скольжения на высокой скорости становится более интенсивным. Количественно эту

концепцию можно выразить в виде значения Pv, где P давление контакта поверхностей, а v – степень скольжения. Значение Pv может быть применено к области контакта качения подшипника. Если оно постоянно, то при высокой скорости вращения степень скольжения значительно выше, чем при низкой скорости.

Поскольку скорость работы увеличилась, появляется необходимость снизить контактное давление

поверхностей. Расчеты контактного давления поверхностей и коэффициента скольжения, создающегося при высокоскоростной работе, компания NSK проводит на компьютерах. Пользуясь обширными эмпирическими испытательными данными и результатами анализа фактического состояния рынка, мы можем определить предварительную нагрузку по ограниченным факторам, обусловленным методами смазывания и скоростью вращения. Для получения сведений по поводу операций, значение $d_m n$ которых превышает 800 000, обратитесь в компанию NSK.

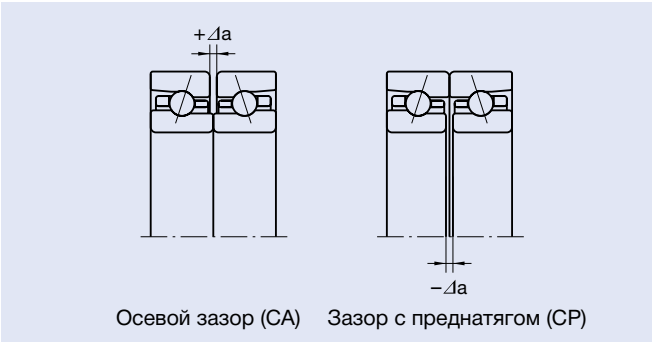
Специальный зазор

Что касается специальных зазоров комбинированных радиально-упорных шариковых подшипников, компания NSK предлагает зазоры CA и CP.

CA: осевой зазор (зазор в осевом направлении).

CP: зазор с преднатягом (создается преднатяг).

Специальный зазор



Регулировка преднатяга

При изменении преднатяга (например, со сверхлегкого на легкий – «EL» на «L»), отрегулируйте разность замеренного осевого зазора при помощи дистанционного кольца. (При увеличении преднатяга внутреннее дистанционное кольцо должно быть короче; а при уменьшении преднатяга короче должно быть наружное дистанционное кольцо).

О замеренных осевых зазорах см на стр. 156–166.

Посмотрите измерительный преднатяг осевого зазора в таблице 4.1.

Таблица 4.1 Измерительный преднатяг осевого зазора

Номинальный наружный диаметр D (мм) более	включительно	Измерительный преднатяг (Н)
10*	**50**	24.5
50	**120**	49
120	**200**	98
200	**–**	196

* Касается подшипников с наружным диаметром менее 10мм.

Рис. 4.10 Радиальный зазор в двухрядном цилиндрическом роликовом подшипнике и изменения усталостной долговечности качения

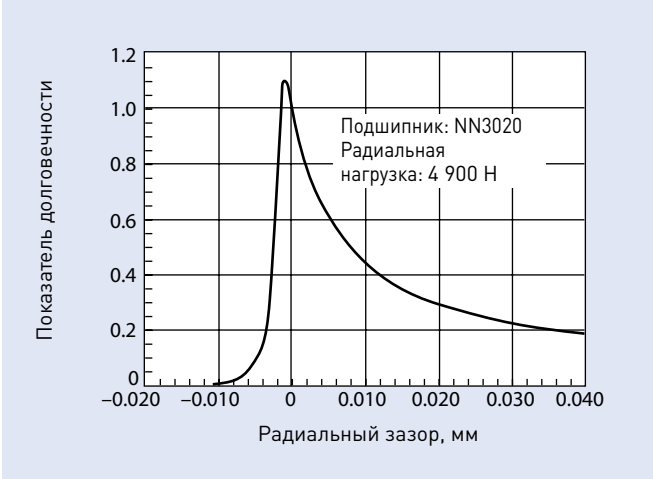


Рис. 4.11 Радиальный зазор в двухрядном цилиндрическом роликовом подшипнике и изменения жесткости

Внутренний зазор в цилиндрических роликовых подшипниках

Для того, чтобы шпиндели станочного оборудования работали с высокими показателями точности хода и жесткости, для них применяются подшипники с минимальным внутренним зазором или преднатагом после сборки. Для облегчения регулировки внутреннего зазора используются обычно цилиндрические роликовые подшипники. Как правило, цилиндрические роликовые подшипники для переднего (зафиксированного) конца шпинделя подгоняются так, чтобы преднатяг прикладывался к ним во время работы. Подшипники для заднего (незафиксированного) конца при сборке подгоняются так, чтобы во время работы создавался небольшой зазор. Величина радиального внутреннего зазора после сборки обусловлена несколькими факторами, среди которых такие, как скорость, нагрузка, метод смазывания, размер подшипника, необходимая жесткость, долговечность и т.д.

На рис. 4.10 показано отношение между радиальным внутренним зазором и долговечностью подшипника. На рис. 4.11 отображено отношение между радиальным внутренним зазором и радиальным упругим смещением подшипника NN3020 (внутренний диаметр 100 мм, внешний диаметр 150 мм, ширина 37 мм).

Преднатяг и жесткость (компоновки DB и DF)

Высокоточные радиально-упорные шарикоподшипники (стандартная серия)

Расчет радиальной жесткости
Умножьте значение осевой жесткости на коэффициенты из таблицы А.

Таблица А

	EL	L	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5
18°	4.5			
25°	2.0			
30°	1.4			
40°	0.7			

Серия 79, угол С
Номинальный угол контакта 15° Стальные шарики и керамические шарики*

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая есткость (Н/μм)	M Преднатяг (Н)		M Осевая жесткость (Н/μм)	H Преднатяг (Н)		H Осевая жесткость (Н/μм)
00	10	7	(5)	10	15	(2)	14	29	(–1)	19	59	(–6)	27
01	12	8.6	(4)	12	15	(2)	16	39	(–3)	24	78	(–8)	34
02	15	12	(3)	14	25	(0)	20	49	(–4)	26	100	(–11)	38
03	17	12	(3)	15	25	(0)	20	59	(–5)	30	120	(–12)	43
04	20	19	(1)	19	39	(–3)	26	78	(–8)	35	150	(–15)	48
05	25	19	(1)	21	39	(–2)	28	100	(–9)	43	200	(–17)	61
06	30	24	(0)	25	49	(–3)	33	100	(–9)	45	200	(–16)	65
07	35	34	(2)	29	69	(–2)	39	150	(–9)	55	290	(–18)	78
08	40	39	(1)	32	78	(–3)	42	200	(–12)	63	390	(–22)	88
09	45	50	(0)	37	100	(–5)	50	200	(–12)	66	390	(–21)	94
10	50	50	(0)	39	100	(–4)	51	250	(–14)	78	490	(–24)	111
11	55	60	(–1)	45	120	(–6)	58	290	(–15)	90	590	(–26)	127
12	60	60	(–1)	46	120	(–5)	60	290	(–14)	93	590	(–25)	128
13	65	75	(–2)	53	150	(–7)	71	340	(–16)	104	690	(–27)	146
14	70	100	(–4)	59	200	(–10)	79	490	(–22)	119	980	(–35)	168
15	75	100	(–4)	61	200	(–10)	88	490	(–21)	120	980	(–35)	171
16	80	100	(–4)	62	200	(–9)	80	490	(–21)	124	980	(–34)	173
17	85	145	(–6)	73	290	(–13)	97	640	(–25)	138	1 270	(–41)	191
18	90	145	(–3)	79	290	(–9)	102	740	(–23)	156	1 470	(–39)	219
19	95	145	(–3)	81	290	(–9)	105	780	(–24)	165	1 570	(–40)	231
20	100	195	(–5)	83	390	(–13)	112	880	(–27)	164	1 770	(–46)	231
21	105	195	(–5)	86	390	(–13)	116	880	(–27)	167	1 770	(–45)	235
22	110	195	(–5)	89	390	(–13)	120	930	(–27)	173	1 860	(–45)	244
24	120	270	(–8)	102	540	(–17)	135	1 270	(–35)	200	2 550	(–56)	278
26	130	320	(–10)	108	640	(–20)	148	1 470	(–38)	214	2 940	(–61)	302
28	140	320	(–10)	111	640	(–19)	150	1 470	(–37)	218	2 940	(–60)	309
30	150	395	(–7)	124	790	(–18)	166	1 790	(–38)	239	3 560	(–63)	334
32	160	425	(–8)	134	855	(–19)	179	1 930	(–39)	258	3 840	(–64)	361
34	170	485	(–9)	151	970	(–20)	200	2 180	(–40)	288	4 310	(–65)	403
36	180	595	(–12)	158	1 190	(–25)	211	2 650	(–48)	302	5 340	(–78)	425
38	190	605	(–12)	162	1 210	(–25)	217	2 790	(–49)	315	5 600	(–79)	443
40	200	785	(–16)	183	1 570	(–31)	244	3 570	(–58)	352	7 110	(–92)	493

Серия 79, угол А5
Номинальный угол контакта 25° Стальные шарики и керамические шарики*

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая жесткость (Н/μм)	M Преднатяг (Н)		M Осевая жесткость (Н/μм)	H Преднатяг (Н)		H Осевая жесткость (Н/μм)
00	10	9.8	(2)	24	20	(1)	31	49	(–3)	44	100	(–6)	59
01	12	16	(1)	32	29	(–1)	40	59	(–3)	52	120	(–7)	70
02	15	16	(1)	33	39	(–1)	46	78	(–4)	60	150	(–9)	78
03	17	19	(1)	34	39	(–1)	46	78	(–4)	62	150	(–8)	81
04	20	29	(0)	43	59	(–3)	60	120	(–6)	75	250	(–12)	103
05	25	34	(–1)	56	69	(–3)	70	150	(–7)	95	290	(–12)	123
06	30	39	(–1)	61	78	(–3)	77	150	(–6)	99	290	(–11)	131
07	35	50	(0)	70	100	(–3)	94	250	(–8)	127	490	(–15)	170
08	40	60	(–1)	72	120	(–3)	97	290	(–9)	139	590	(–16)	182
09	45	75	(–1)	87	150	(–4)	114	340	(–10)	160	690	(–17)	207
10	50	75	(–1)	94	150	(–4)	124	390	(–10)	175	780	(–18)	235
11	55	100	(–2)	112	200	(–5)	144	440	(–11)	198	880	(–18)	263
12	60	100	(–2)	117	200	(–5)	150	440	(–10)	198	880	(–18)	267
13	65	100	(–2)	125	200	(–5)	161	490	(–11)	223	980	(–18)	289
14	70	145	(–3)	138	290	(–7)	183	690	(–14)	249	1 370	(–24)	334
15	75	145	(–3)	142	290	(–7)	188	740	(–15)	267	1 470	(–24)	347
16	80	170	(–4)	156	340	(–8)	203	780	(–15)	274	1 570	(–25)	367
17	85	220	(–5)	172	440	(–9)	229	980	(–17)	306	1 960	(–29)	402
18	90	245	(–4)	188	490	(–8)	253	1 080	(–16)	340	2 160	(–27)	449
19	95	245	(–3)	195	490	(–8)	262	1 180	(–17)	363	2 350	(–28)	475
20	100	295	(–5)	197	590	(–10)	266	1 270	(–19)	346	2 550	(–31)	463
21	105	295	(–4)	203	590	(–9)	264	1 370	(–19)	368	2 750	(–32)	490
22	110	320	(–5)	222	640	(–10)	284	1 470	(–20)	391	2 940	(–33)	517
24	120	440	(–7)	244	880	(–13)	328	1 960	(–24)	441	3 920	(–39)	580
26	130	490	(–7)	262	980	(–14)	346	2 160	(–25)	460	4 310	(–41)	611
28	140	490	(–7)	273	980	(–13)	348	2 260	(–26)	479	4 510	(–42)	635
30	150	625	(–7)	308	1 250	(–14)	393	2 880	(–28)	540	5 860	(–47)	719
32	160	665	(–7)	330	1 330	(–14)	422	3 230	(–29)	592	6 290	(–47)	775
34	170	775	(–8)	376	1 550	(–15)	478	3 520	(–29)	653	7 110	(–48)	867
36	180	1 010	(–10)	397	2 020	(–19)	514	4 420	(–35)	693	8 830	(–57)	917
38	190	1 035	(–10)	409	2 070	(–19)	531	4 550	(–35)	717	9 110	(–57)	949
40	200	1 280	(–12)	453	2 560	(–22)	585	5 840	(–41)	801	11 620	(–66)	1 057

* При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,2 раза больше, чем для стальных шариков. В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

Расчет преднатяга и осевой жесткости для комбинации подшипников
Умножьте на коэффициенты из таблицы B. Для расчета радиальной жесткости значения из таблицы A умножаются на коэффициенты из таблицы B.

Таблица B

	DBD	DBB
Коэффициент преднатяга	1.36	2
Осевая жесткость	1.48	2
Радиальная жесткость	1.54	2

Серия 70, угол C
Номинальный угол контакта 15° Стальные шарики и керамические шарики*

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая жесткость (Н/μм)	M Преднатяг (Н)		M Осевая жесткость (Н/μм)	H Преднатяг (Н)		H Осевая жесткость (Н/μм)
00	10	12	(3)	12	25	(0)	17	49	(–5)	23	100	(–12)	32
01	12	12	(3)	14	25	(0)	18	59	(–6)	26	120	(–14)	37
02	15	14	(3)	16	29	(–1)	20	69	(–7)	29	150	(–16)	43
03	17	14	(2)	16	29	(–1)	21	69	(–7)	31	150	(–16)	45
04	20	24	(0)	21	49	(–4)	28	120	(–12)	42	250	(–22)	59
05	25	29	(–1)	24	59	(–5)	32	150	(–14)	48	290	(–24)	68
06	30	39	(1)	29	78	(–3)	39	200	(–13)	59	390	(–24)	83
07	35	60	(–1)	36	120	(–7)	49	250	(–16)	68	490	(–28)	94
08	40	60	(–1)	39	120	(–6)	51	290	(–17)	77	590	(–30)	110
09	45	75	(–3)	43	150	(–8)	58	340	(–19)	85	690	(–33)	121
10	50	75	(–2)	46	150	(–8)	63	390	(–20)	96	780	(–34)	136
11	55	100	(–4)	51	200	(–11)	69	490	(–24)	102	980	(–40)	145
12	60	100	(–4)	53	200	(–11)	70	540	(–26)	110	1 080	(–42)	158
13	65	125	(–6)	61	250	(–13)	82	540	(–24)	117	1 080	(–39)	164
14	70	145	(–7)	68	290	(–14)	88	740	(–30)	135	1 470	(–48)	190
15	75	145	(–7)	70	290	(–14)	92	780	(–31)	144	1 570	(–49)	202
16	80	195	(–6)	76	390	(–14)	103	930	(–31)	152	1 860	(–52)	216
17	85	195	(–6)	78	390	(–14)	106	980	(–32)	161	1 960	(–52)	225
18	90	245	(–8)	87	490	(–18)	117	1 180	(–37)	172	2 350	(–60)	242
19	95	270	(–9)	93	540	(–19)	124	1 180	(–36)	176	2 350	(–58)	246
20	100	270	(–9)	97	540	(–18)	127	1 270	(–37)	187	2 550	(–60)	264
21	105	320	(–11)	103	640	(–21)	134	1 470	(–42)	198	2 940	(–67)	277
22	110	370	(–13)	104	740	(–25)	137	1 770	(–49)	203	3 530	(–78)	286
24	120	415	(–14)	116	830	(–26)	153	1 960	(–50)	225	3 920	(–79)	317
26	130	490	(–16)	126	980	(–29)	167	2 260	(–54)	244	4 510	(–85)	344
28	140	500	(–11)	132	1 000	(–24)	174	2 210	(–47)	248	4 420	(–77)	349
30	150	575	(–13)	141	1 150	(–27)	187	2 560	(–52)	267	5 100	(–84)	374
32	160	625	(–14)	147	1 250	(–29)	197	2 930	(–57)	288	5 840	(–90)	403
34	170	780	(–18)	160	1 560	(–35)	213	3 560	(–66)	309	7 150	(–104)	435
36	180	930	(–21)	179	1 860	(–39)	238	4 160	(–71)	342	8 320	(–111)	479
38	190	1 030	(–23)	188	2 060	(–42)	251	4 640	(–76)	360	9 340	(–119)	507
40	200	1 150	(–25)	198	2 300	(–45)	264	5 170	(–81)	379	10 350	(–126)	533

Серия 70, угол A5
Номинальный угол контакта 25° Стальные шарики и керамические шарики*

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая жесткость (Н/μм)	M Преднатяг (Н)		M Осевая жесткость (Н/μм)	H Преднатяг (Н)		H Осевая жесткость (Н/μм)
00	10	19	(1)	29	39	(–2)	41	78	(–5)	51	150	(–10)	67
01	12	19	(1)	31	39	(–2)	45	100	(–6)	60	200	(–12)	81
02	15	19	(1)	33	39	(–1)	43	100	(–6)	65	200	(–11)	84
03	17	24	(0)	41	49	(–2)	52	120	(–7)	75	250	(–13)	99
04	20	39	(–1)	51	78	(–4)	68	200	(–10)	97	390	(–17)	128
05	25	50	(–2)	61	100	(–5)	79	200	(–9)	99	390	(–16)	133
06	30	60	(–1)	68	120	(–4)	89	290	(–10)	129	590	(–18)	171
07	35	75	(–1)	78	150	(–5)	107	390	(–12)	149	780	(–21)	198
08	40	100	(–2)	95	200	(–6)	127	440	(–12)	168	880	(–21)	223
09	45	100	(–2)	99	200	(–6)	132	490	(–13)	181	980	(–22)	238
10	50	120	(–3)	118	250	(–7)	154	590	(–14)	208	1 180	(–24)	278
11	55	170	(–4)	127	340	(–9)	170	780	(–18)	235	1 570	(–29)	307
12	60	170	(–4)	134	340	(–9)	179	780	(–17)	241	1 570	(–28)	317
13	65	195	(–5)	157	390	(–9)	196	880	(–18)	272	1 770	(–29)	356
14	70	245	(–6)	170	490	(–11)	218	1 080	(–20)	293	2 160	(–33)	390
15	75	245	(–6)	179	490	(–11)	229	1 180	(–21)	316	2 350	(–34)	418
16	80	320	(–6)	187	640	(–11)	245	1 470	(–23)	343	2 940	(–37)	448
17	85	320	(–5)	196	640	(–11)	257	1 470	(–22)	352	2 940	(–36)	462
18	90	390	(–7)	218	780	(–13)	275	1 770	(–25)	374	3 530	(–41)	494
19	95	415	(–7)	227	830	(–13)	287	1 860	(–25)	392	3 730	(–42)	525
20	100	415	(–7)	235	830	(–13)	299	1 960	(–26)	417	3 920	(–42)	548
21	105	490	(–8)	246	980	(–15)	317	2 260	(–28)	430	4 510	(–46)	571
22	110	590	(–10)	258	1 180	(–18)	330	2 650	(–33)	447	5 300	(–53)	588
24	120	635	(–10)	281	1 270	(–18)	361	2 940	(–33)	491	5 880	(–54)	654
26	130	785	(–12)	305	1 570	(–20)	396	3 430	(–36)	536	6 860	(–58)	710
28	140	785	(–9)	317	1 570	(–18)	413	3 660	(–35)	569	7 270	(–56)	750
30	150	930	(–11)	351	1 850	(–20)	446	4 070	(–37)	601	8 250	(–61)	800
32	160	1 080	(–12)	376	2 160	(–22)	482	4 700	(–40)	649	9 380	(–65)	858
34	170	1 270	(–14)	401	2 550	(–25)	514	5 900	(–47)	707	11 600	(–75)	929
36	180	1 550	(–16)	450	3 100	(–28)	577	6 820	(–50)	779	13 560	(–80)	1 028
38	190	1 660	(–17)	460	3 320	(–29)	599	7 560	(–53)	819	15 130	(–85)	1 084
40	200	1 850	(–18)	493	3 700	(–31)	631	8 360	(–56)	860	16 820	(–90)	1 141

* При использовании керамических шариков значение предельной скорости вращения в 1,2 раза больше, чем для стальных шариков. В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

Преднатяг и жесткость (компоновки DB и DF)

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (стандартная серия)

Расчет радиальной жесткости
Умножьте значение осевой жесткости на коэффициенты из таблицы А.

Таблица А

	EL	L	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5
18°	4.5			
25°	2.0			
30°	1.4			
40°	0.7			

Серия 70, угол А
Номинальный угол контакта 30° Стальные шарики

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая жесткость (Н/μм)	M Преднатяг (Н)		M Осевая жесткость (Н/μм)	H Преднатяг (Н)		H Осевая жесткость (Н/μм)
00	10	25	(0)	44	100	(-5)	71	210	(–10)	94	330	(–15)	115
01	12	25	(0)	48	110	(-5)	78	220	(–10)	104	360	(–15)	127
02	15	25	(0)	50	110	(-5)	85	240	(–10)	113	390	(–15)	139
03	17	25	(0)	52	120	(-5)	91	250	(–10)	122	420	(–15)	151
04	20	25	(0)	58	130	(-5)	103	280	(–10)	139	470	(–15)	170
05	25	25	(0)	61	140	(-5)	111	290	(–10)	149	510	(–15)	183
06	30	50	(0)	85	190	(-5)	138	390	(–10)	180	640	(–15)	217
07	35	50	(0)	92	210	(–5)	150	420	(–10)	196	700	(–15)	237
08	40	50	(0)	100	220	(–5)	168	460	(–10)	220	760	(–15)	267
09	45	50	(0)	103	230	(–5)	175	480	(–10)	230	1 180	(–20)	324
10	50	50	(0)	110	250	(–5)	194	530	(–10)	255	1 270	(–20)	360
11	55	50	(0)	112	250	(–5)	196	880	(–15)	311	1 270	(–20)	360
12	60	50	(0)	116	250	(–5)	205	930	(–15)	327	1 370	(–20)	380
13	65	50	(0)	124	270	(–5)	224	980	(–15)	360	1 470	(–20)	417
14	70	50	(0)	127	270	(–5)	230	1 080	(–16)	370	2 060	(–25)	482
15	75	50	(0)	131	280	(–5)	241	1 080	(–15)	387	2 160	(–25)	505
16	80	100	(0)	168	760	(–10)	340	1 770	(–20)	464	3 040	(–30)	572
17	85	100	(0)	173	780	(–10)	355	1 860	(–20)	486	3 240	(–30)	600
18	90	100	(0)	174	780	(–10)	358	2 450	(–25)	542	3 920	(–35)	650
19	95	100	(0)	180	810	(–10)	372	2 550	(–25)	568	4 120	(–35)	680
20	100	100	(0)	185	840	(–10)	368	2 750	(–25)	595	4 310	(–35)	713
21	105	100	(0)	185	840	(–10)	388	2 750	(–25)	591	4 310	(–35)	707
22	110	100	(0)	180	1 320	(–15)	443	3 330	(–30)	620	5 980	(–45)	774
24	120	100	(0)	193	1 470	(–15)	486	3 630	(–30)	683	6 570	(–45)	853
26	130	100	(0)	200	1 470	(–15)	507	4 710	(–35)	772	7 940	(–50)	942
28	140	200	(0)	206	1 770	(–15)	557	5 300	(–35)	828	8 730	(–50)	1 005
30	150	200	(0)	256	1 830	(–15)	573	5 850	(–37)	876	11 700	(–60)	1 146
32	160	200	(0)	260	1 880	(–15)	591	5 545	(–35)	870	12 070	(–60)	1 143
34	170	200	(0)	262	2 669	(–20)	669	6 024	(–37)	899	12 048	(–60)	1 178
36	180	200	(0)	273	3 580	(–24)	778	7 157	(–40)	1 001	14 314	(–64)	1 311
38	190	200	(0)	276	3 851	(–25)	809	8 081	(–43)	1 060	16 162	(–69)	1 389
40	200	200	(0)	279	5 012	(–30)	902	13 314	(–60)	1 294	26 628	(–95)	1 708

В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

Расчет преднатяга и осевой жесткости для комбинации подшипников
Умножьте на коэффициенты из таблицы B. Для расчета радиальной жесткости значения из таблицы A умножаются на коэффициенты из таблицы B.

Таблица B

	DBD	DBB
Коэффициент преднатяга	1.36	2
Осевая жесткость	1.48	2
Радиальная жесткость	1.54	2

Серия 72, угол C
Номинальный угол контакта 15° Стальные шарики

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)	EL Осевая жесткость (Н/μм)		L Преднатяг (Н)	L Осевая жесткость (Н/μм)		M Преднатяг (Н)	M Осевая жесткость (Н/μм)		H Преднатяг (Н)	H Осевая жесткость (Н/μм)	
00	10	14	(3)	13	29	(–1)	18	69	(–8)	27	150	(–18)	38
01	12	19	(1)	16	39	(–3)	21	100	(–12)	33	200	(–22)	46
02	15	19	(1)	17	39	(–3)	23	100	(–11)	34	200	(–21)	48
03	17	24	(0)	19	49	(–4)	25	150	(–16)	42	290	(–28)	59
04	20	34	(–2)	23	69	(–7)	30	200	(–20)	49	390	(–33)	70
05	25	39	(1)	26	78	(–4)	36	200	(–15)	53	390	(–26)	76
06	30	60	(–1)	32	120	(–8)	43	290	(–20)	66	590	(–35)	94
07	35	75	(–3)	37	150	(–10)	50	390	(–25)	75	780	(–43)	108
08	40	100	(–5)	44	200	(–13)	60	490	(–29)	90	980	(–47)	126
09	45	125	(–7)	49	250	(–16)	67	540	(–30)	94	1 080	(–49)	132
10	50	125	(–7)	52	250	(–15)	69	590	(–31)	102	1 180	(–50)	143
11	55	145	(–8)	56	290	(–17)	74	780	(–38)	117	1 570	(–60)	163
12	60	195	(–11)	64	390	(–22)	86	930	(–42)	126	1 860	(–67)	179
13	65	220	(–12)	71	440	(–23)	95	1 080	(–44)	141	2 160	(–70)	200
14	70	245	(–9)	75	490	(–20)	100	1 180	(–43)	148	2 350	(–69)	210
15	75	270	(–10)	81	540	(–21)	108	1 230	(–42)	157	2 450	(–68)	220
16	80	295	(–12)	83	590	(–24)	109	1 370	(–47)	159	2 750	(–76)	224
17	85	345	(–14)	88	690	(–27)	120	1 670	(–53)	177	3 330	(–85)	251
18	90	390	(–15)	97	780	(–29)	126	1 860	(–57)	187	3 730	(–90)	263
19	95	440	(–18)	98	880	(–33)	130	2 060	(–63)	192	4 120	(–99)	271
20	100	490	(–20)	101	980	(–36)	137	2 350	(–68)	202	4 710	(–107)	285
21	105	540	(–21)	108	1 080	(–38)	144	2 650	(–73)	216	5 300	(–114)	305
22	110	635	(–24)	117	1 270	(–43)	156	2 940	(–78)	228	5 880	(–121)	321
24	120	700	(–19)	128	1 400	(–38)	170	3 210	(–73)	247	6 350	(–116)	345
26	130	760	(–20)	138	1 520	(–39)	183	3 400	(–73)	262	6 740	(–116)	367
28	140	925	(–24)	152	1 850	(–45)	202	4 110	(–82)	288	8 300	(–131)	406
30	150	1 110	(–28)	167	2 220	(–51)	222	4 960	(–92)	318	9 970	(–145)	447

Серия 72, угол A5
Номинальный угол контакта 25° Стальные шарики

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)	EL Осевая жесткость (Н/μм)		L Преднатяг (Н)	L Осевая жесткость (Н/μм)		M Преднатяг (Н)	M Осевая жесткость (Н/μм)		H Преднатяг (Н)	H Осевая жесткость (Н/μм)	
00	10	19	(1)	29	39	(–2)	41	100	(–7)	58	200	(–13)	73
01	12	29	(–1)	36	59	(–3)	49	150	(–9)	70	290	(–16)	92
02	15	34	(–1)	43	69	(–4)	57	200	(–11)	83	390	(–19)	111
03	17	39	(–1)	46	78	(–4)	60	200	(–11)	87	390	(–18)	116
04	20	60	(–3)	59	120	(–6)	73	290	(–14)	104	590	(–24)	140
05	25	75	(–2)	68	150	(–5)	90	340	(–12)	124	690	(–22)	167
06	30	100	(–3)	85	200	(–7)	107	440	(–15)	147	880	(–25)	192
07	35	125	(–4)	95	250	(–8)	118	590	(–18)	167	1 180	(–30)	218
08	40	145	(–4)	104	290	(–9)	136	740	(–20)	195	1 470	(–33)	258
09	45	170	(–5)	115	340	(–10)	147	880	(–22)	212	1 770	(–37)	280
10	50	195	(–6)	129	390	(–11)	163	980	(–23)	233	1 960	(–37)	306
11	55	245	(–7)	141	490	(–13)	181	1 180	(–26)	255	2 350	(–42)	337
12	60	295	(–8)	155	590	(–15)	202	1 470	(–29)	281	2 940	(–47)	374
13	65	345	(–9)	177	690	(–15)	221	1 670	(–30)	314	3 330	(–48)	414
14	70	390	(–8)	188	780	(–15)	238	1 860	(–30)	331	3 730	(–49)	438
15	75	415	(–8)	199	830	(–15)	253	1 960	(–30)	352	3 920	(–49)	466
16	80	465	(–9)	200	930	(–17)	258	2 160	(–33)	356	4 310	(–54)	472
17	85	540	(–10)	217	1 080	(–19)	283	2 450	(–35)	383	4 900	(–57)	507
18	90	635	(–12)	239	1 270	(–21)	304	2 940	(–39)	416	5 880	(–64)	556
19	95	685	(–13)	240	1 370	(–23)	308	3 140	(–42)	419	6 280	(–68)	557
20	100	785	(–14)	251	1 570	(–25)	325	3 530	(–45)	441	7 060	(–73)	587
21	105	885	(–15)	267	1 770	(–27)	348	3 920	(–48)	471	7 850	(–77)	624
22	110	980	(–16)	280	1 960	(–29)	368	4 410	(–51)	496	8 830	(–82)	660
24	120	1 140	(–15)	315	2 280	(–28)	409	5 180	(–52)	559	10 350	(–85)	739
26	130	1 200	(–15)	334	2 410	(–28)	435	5 500	(–52)	595	11 000	(–83)	788
28	140	1 480	(–18)	373	2 970	(–32)	481	6 650	(–58)	654	13 480	(–93)	870
30	150	1 810	(–21)	416	3 620	(–36)	532	7 990	(–64)	719	16 350	(–104)	960

В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

Преднатяг и жесткость (компоновки DB и DF)

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (стандартная серия)

Расчет радиальной жесткости
Умножьте значение осевой жесткости на коэффициенты из таблицы А.

Таблица А

	EL	L	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5
18°	4.5			
25°	2.0			
30°	1.4			
40°	0.7			

Серия 72, угол А
Номинальный угол контакта 30° Стальные шарики

№ внутреннего диаметра	Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая жесткость (Н/μм)	M Преднатяг (Н)		M Осевая жесткость (Н/μм)	H Преднатяг (Н)		H Осевая жесткость (Н/μм)
00	10	25	(0)	44	100	(–5)	71	210	(–10)	94	–		–
01	12	25	(0)	47	110	(–5)	78	220	(–10)	103	360	(–15)	125
02	15	25	(0)	50	110	(–5)	85	240	(–10)	114	390	(–15)	139
03	17	25	(0)	52	190	(–5)	108	250	(–10)	120	410	(–15)	145
04	20	25	(0)	55	260	(–10)	128	440	(–15)	155	650	(–20)	180
05	25	50	(0)	79	350	(–10)	160	580	(–15)	193	840	(–20)	223
06	30	50	(0)	85	380	(–10)	175	630	(–15)	210	910	(–20)	423
07	35	50	(0)	88	400	(–10)	184	660	(–15)	220	1 270	(–25)	285
08	40	50	(0)	95	440	(–10)	205	730	(–15)	246	1 470	(–26)	318
09	45	50	(0)	98	450	(–10)	212	1 080	(–20)	292	1 860	(–30)	363
10	50	50	(0)	103	480	(–10)	227	1 180	(–20)	314	2 060	(–30)	390
11	55	50	(0)	106	490	(–10)	235	1 670	(–26)	364	2 650	(–35)	438
12	60	50	(0)	110	510	(–10)	246	1 670	(–25)	380	2 750	(–35)	455
13	65	50	(0)	117	550	(–10)	270	1 860	(–25)	416	3 040	(–35)	500
14	70	100	(0)	150	1 080	(–15)	345	2 650	(–30)	480	3 920	(–40)	562
15	75	100	(0)	157	1 080	(–15)	366	2 750	(–30)	512	4 220	(–40)	598
16	80	100	(0)	154	1 080	(–15)	355	2 650	(–30)	494	4 020	(–40)	575
17	85	100	(0)	160	1 180	(–16)	370	3 430	(–35)	560	5 790	(–50)	678
18	90	100	(0)	162	1 670	(–20)	434	4 310	(–40)	615	5 980	(–50)	697
19	95	360	(–5)	248	1 670	(–20)	421	4 220	(–40)	595	6 670	(–55)	710
20	100	370	(–5)	252	1 670	(–20)	430	5 100	(–45)	645	7 650	(–60)	758
21	105	380	(–5)	260	2 260	(–25)	493	5 200	(–45)	665	8 920	(–65)	818
22	110	380	(–5)	266	2 350	(–25)	504	6 180	(–50)	720	10 200	(–70)	871
24	120	550	(–5)	320	2 840	(–25)	570	8 140	(–55)	843	11 570	(–70)	964
26	130	560	(–5)	340	3 730	(–30)	660	9 810	(–60)	942	13 530	(–75)	1 068
28	140	580	(–5)	352	5 000	(–36)	750	11 470	(–65)	1 022	15 490	(–80)	1 150
30	150	600	(–5)	366	5 000	(–35)	772	12 100	(–66)	1 063	16 500	(–81)	1 194

Высокоточные радиально-упорные шариковые подшипники (стандартная серия)

Радиально-упорные шариковые подшипники небольшого размера

Серия 70, 72, угол А
Номера подшипников с суффиксом C: Номинальный угол контакта 15°, 30° Стальные шарики

№ внутреннего диаметра	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая жесткость (Н/μм)	M Преднатяг (Н)		M Осевая жесткость (Н/μм)	H Преднатяг (Н)		H Осевая жесткость (Н/μм)
725C	1.3	(10)	4.0	5.5	(7)	7.3	12.1	(4)	10.3	24.2	(0)	14.4
725A	5.0	(3)	18.5	10.3	(2)	23.8	24.5	(0)	32.6	49.0	(–3)	42.5
706C	1.5	(10)	4.3	7.9	(6)	8.3	15.1	(3)	11.1	30.3	(–2)	15.4
706A	4.9	(3)	18.6	16.8	(1)	28.7	24.4	(0)	32.8	48.8	(–3)	42.4
726C	1.8	(9)	5.1	9.2	(5)	9.6	17.6	(2)	12.8	35.2	(–3)	27.8
726A	3.7	(3)	18.4	16.2	(1)	30.8	34.0	(–1)	40.3	68.0	(–4)	52.4
707C	1.8	(9)	5.1	9.2	(5)	9.6	17.6	(2)	12.8	35.2	(–3)	17.8
707A	3.7	(3)	18.4	16.2	(1)	30.8	34.0	(–1)	40.3	68.0	(–4)	52.4
708C	4.2	(7)	7.5	14.1	(3)	12.2	28.6	(–1)	16.7	57.1	(–7)	23.3
708A	8.1	(2)	26.3	24.5	(0)	38.8	46.4	(–2)	48.9	92.8	(–5)	63.4
728C	4.2	(7)	7.5	14.1	(3)	12.2	28.5	(–1)	16.7	57.0	(–7)	23.3
728A	8.1	(2)	26.3	24.5	(–1)	38.8	46.4	(–2)	48.9	92.9	(–5)	63.4

В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

Сверхскоростные радиально-упорные шарикоподшипники (серия ROBUST)

Расчет преднатяга и осевой жесткости для комбинации подшипников
Умножьте на коэффициенты из таблицы B. Для расчета радиальной жесткости значения из таблицы A умножаются на коэффициенты из таблицы B.

Таблица B

	DBD	DBB
Коэффициент преднатяга	1.36	2
Осевая жесткость	1.48	2
Радиальная жесткость	1.54	2

BNR19S, BNR29S
Номинальный угол контакта 18° Стальные шарики

№ внутреннего диаметра (мм)	EL			L			M		
	Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)
25	25	(0)	26	94	(–8)	43	188	(–16)	57
30	50	(0)	36	100	(–8)	48	200	(–15)	63
35	50	(0)	37	140	(–8)	55	280	(–17)	73
40	50	(0)	38	140	(–8)	57	280	(–16)	74
45	50	(0)	41	150	(–8)	62	300	(–16)	82
50	50	(0)	44	160	(–8)	68	320	(–16)	89
55	50	(0)	46	170	(–8)	71	340	(–16)	94
60	50	(0)	47	170	(–8)	74	340	(–16)	97
65	50	(0)	50	180	(–8)	79	360	(–16)	104
70	50	(0)	50	180	(–8)	80	360	(–16)	104
75	50	(0)	52	180	(–8)	83	460	(–19)	117
80	50	(0)	53	190	(–8)	86	474	(–19)	121
85	50	(0)	54	190	(–8)	88	646	(–24)	138
90	100	(0)	75	280	(–8)	110	709	(–21)	154
95	100	(0)	76	290	(–8)	110	768	(–22)	163
100	100	(0)	72	330	(–10)	110	871	(–26)	161
105	100	(0)	74	330	(–10)	120	898	(–26)	166
110	100	(0)	76	400	(–12)	130	925	(–26)	172
120	100	(0)	78	410	(–12)	130	1 275	(–33)	198
130	100	(0)	80	712	(–20)	160	1 408	(–35)	209
140	100	(0)	82	732	(–20)	160	1 508	(–36)	220
150	200	(0)	110	930	(–20)	185	1 894	(–38)	242

BER19S, BER29S
Номинальный угол контакта 25° Стальные шарики

№ внутреннего диаметра (мм)	EL			L			M		
	Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)
25	25	(0)	42	150	(–8)	80	300	(–14)	105
30	25	(0)	58	160	(–8)	90	320	(–14)	116
35	50	(0)	61	210	(–8)	100	420	(–15)	132
40	50	(0)	63	220	(–8)	110	440	(–15)	137
45	50	(0)	67	240	(–8)	120	480	(–15)	152
50	50	(0)	72	250	(–8)	130	500	(–15)	164
55	50	(0)	75	260	(–8)	140	520	(–15)	174
60	50	(0)	78	270	(–8)	140	540	(–15)	181
65	50	(0)	82	290	(–8)	150	580	(–15)	196
70	50	(0)	83	290	(–8)	150	598	(–15)	198
75	50	(0)	86	300	(–8)	160	619	(–15)	206
80	50	(0)	88	310	(–8)	170	639	(–15)	214
85	50	(0)	90	310	(–8)	170	889	(–19)	245
90	100	(0)	120	430	(–8)	210	968	(–17)	273
95	100	(0)	130	440	(–8)	210	996	(–17)	282
100	100	(0)	120	520	(–10)	210	1 131	(–20)	279
105	100	(0)	120	530	(–10)	220	1 169	(–20)	290
110	100	(0)	130	550	(–10)	230	1 206	(–20)	301
120	100	(0)	130	680	(–12)	250	1 743	(–26)	351
130	100	(0)	135	972	(–16)	289	1 880	(–27)	368
140	100	(0)	135	1 002	(–16)	300	1 944	(–27)	381
150	200	(0)	175	1 308	(–17)	336	2 555	(–30)	428

В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

Преднатяг и жесткость (компоновки DB и DF)

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (серия ROBUST)

Расчет радиальной жесткости
Умножьте значение осевой жесткости на коэффициенты из таблицы А.

Таблица А

	EL	L	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5
18°	4.5			
25°	2.0			
30°	1.4			
40°	0.7			

BNR19H, BNR19X, BNR19XE, BNR29H BNR29X
Номинальный угол контакта 18° Керамические шарики

№ внутреннего диаметра (мм)	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая жесткость (Н/μм)	M Преднатяг (Н)		M Осевая жесткость (Н/μм)
25	25	(0)	29	105	(–8)	51	210	(–15)	67
30	50	(0)	40	110	(–8)	55	220	(–15)	72
35	50	(0)	41	150	(–8)	64	300	(–16)	83
40	50	(0)	42	160	(–8)	66	320	(–17)	87
45	50	(0)	45	170	(–8)	72	340	(–16)	95
50	50	(0)	49	180	(–8)	78	360	(–16)	103
55	50	(0)	51	180	(–8)	82	360	(–15)	106
60	50	(0)	52	190	(–8)	85	380	(–16)	112
65	50	(0)	55	200	(–8)	91	400	(–16)	120
70	50	(0)	56	200	(–8)	92	400	(–16)	120
75	50	(0)	58	200	(–8)	96	525	(–19)	137
80	50	(0)	59	210	(–8)	99	542	(–19)	142
85	50	(0)	61	210	(–8)	100	744	(–24)	162
90	100	(0)	83	310	(–8)	130	804	(–21)	180
95	100	(0)	85	310	(–8)	130	873	(–22)	190
100	100	(0)	81	360	(–10)	130	994	(–26)	188
105	100	(0)	83	370	(–10)	130	1 026	(–26)	194
110	100	(0)	85	450	(–12)	150	1 058	(–26)	201
120	100	(0)	87	460	(–12)	150	1 469	(–33)	233
130	100	(0)	90	809	(–20)	158	1 625	(–35)	245
140	100	(0)	92	833	(–20)	195	1 744	(–36)	259
150	200	(0)	120	1 040	(–20)	214	2 166	(–38)	284

BER19H, BER19X, BER19XE, BER29H, BER29X
Номинальный угол контакта 25° Керамические шарики

№ внутреннего диаметра (мм)	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая жесткость (Н/μм)	M Преднатяг (Н)		M Осевая жесткость (Н/μм)
25	25	(0)	47	172	(–8)	96	342	(–14)	124
30	50	(0)	65	180	(–8)	100	360	(–14)	134
35	50	(0)	68	240	(–8)	120	480	(–15)	153
40	50	(0)	70	250	(–8)	120	500	(–15)	160
45	50	(0)	75	260	(–8)	140	520	(–15)	174
50	50	(0)	80	280	(–8)	150	560	(–15)	190
55	50	(0)	84	300	(–8)	160	600	(–15)	203
60	50	(0)	87	300	(–8)	160	600	(–14)	209
65	50	(0)	92	320	(–8)	180	640	(–14)	225
70	50	(0)	93	330	(–8)	180	689	(–15)	233
75	50	(0)	96	340	(–8)	190	713	(–15)	243
80	50	(0)	98	350	(–8)	190	738	(–15)	252
85	50	(0)	100	360	(–8)	200	1 032	(–19)	290
90	100	(0)	140	480	(–8)	240	1 110	(–17)	321
95	100	(0)	140	490	(–8)	250	1 143	(–17)	332
100	100	(0)	130	580	(–10)	250	1 302	(–20)	328
105	100	(0)	140	600	(–10)	260	1 346	(–20)	341
110	100	(0)	140	620	(–10)	260	1 390	(–20)	354
120	100	(0)	150	780	(–12)	300	2 023	(–26)	414
130	100	(0)	150	1 115	(–16)	340	2 185	(–27)	434
140	100	(0)	150	1 151	(–16)	353	2 261	(–27)	450
150	200	(0)	198	1 484	(–17)	393	2 948	(–30)	504

В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

Расчет преднатяга и осевой жесткости для комбинации подшипников
Умножьте на коэффициенты из таблицы B. Для расчета радиальной жесткости значения из таблицы A умножаются на коэффициенты из таблицы B.

Таблица B

	DBD	DBB
Коэффициент преднатяга	1.36	2
Осевая жесткость	1.48	2
Радиальная жесткость	1.54	2

BNR10S, BNR20S
Номинальный угол контакта 18° Стальные шарики

№ внутреннего диаметра (мм)	EL			L			M		
	Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)
30	50	(0)	39	110	(–5)	52	220	(–13)	69
35	50	(0)	41	110	(–5)	55	220	(–12)	73
40	50	(0)	44	110	(–5)	60	220	(–11)	77
45	50	(0)	44	110	(–5)	60	220	(–11)	77
50	50	(0)	47	120	(–5)	64	249	(–12)	85
55	50	(0)	48	120	(–5)	67	302	(–14)	95
60	50	(0)	51	130	(–5)	71	345	(–15)	104
65	50	(0)	53	130	(–5)	75	364	(–15)	111
70	50	(0)	53	230	(–10)	93	505	(–20)	125
75	50	(0)	54	240	(–10)	96	520	(–20)	129
80	100	(0)	71	330	(–10)	110	606	(–19)	141
85	100	(0)	73	330	(–10)	110	622	(–19)	145
90	100	(0)	74	340	(–10)	120	823	(–24)	163
95	100	(0)	76	350	(–10)	120	846	(–24)	168
100	100	(0)	78	350	(–10)	120	870	(–24)	174
105	100	(0)	80	420	(–12)	130	1 054	(–27)	195
110	100	(0)	81	540	(–15)	150	1 144	(–29)	200
120	100	(0)	85	560	(–15)	160	1 208	(–29)	213
130	100	(0)	85	732	(–20)	166	1 508	(–36)	220
140	200	(0)	105	775	(–15)	178	1 606	(–30)	236
150	200	(0)	110	916	(–18)	190	1 917	(–35)	253

BER10S, BER20S
Номинальный угол контакта 25° Стальные шарики

№ внутреннего диаметра (мм)	EL			L			M		
	Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)
30	50	(0)	63	220	(–8)	110	440	(–15)	140
35	50	(0)	67	240	(–8)	120	480	(–15)	153
40	50	(0)	72	250	(–8)	130	500	(–15)	165
45	50	(0)	73	250	(–8)	130	500	(–15)	166
50	50	(0)	77	270	(–8)	140	540	(–15)	180
55	50	(0)	80	350	(–10)	160	700	(–18)	205
60	50	(0)	84	380	(–10)	170	760	(–18)	222
65	50	(0)	88	400	(–10)	180	800	(–18)	235
70	50	(0)	88	400	(–10)	180	800	(–18)	235
75	50	(0)	90	510	(–12)	200	1 020	(–21)	263
80	100	(0)	120	620	(–12)	220	1 240	(–22)	290
85	100	(0)	120	640	(–12)	230	1 280	(–22)	300
90	100	(0)	120	650	(–12)	240	1 300	(–22)	305
95	100	(0)	130	670	(–12)	240	1 340	(–22)	316
100	100	(0)	130	690	(–12)	250	1 380	(–22)	327
105	100	(0)	130	910	(–15)	290	1 820	(–26)	369
110	100	(0)	130	930	(–15)	290	1 860	(–26)	379
120	100	(0)	140	980	(–15)	310	1 960	(–26)	403
130	100	(0)	140	1 002	(–16)	310	2 004	(–27)	389
140	200	(0)	180	1 098	(–13)	325	2 196	(–23)	421
150	200	(0)	180	1 274	(–15)	345	2 562	(–28)	444

В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

Преднатяг и жесткость (компоновки DB и DF)

Сверхскоростные радиально-упорные шариковые подшипники (серия ROBUST)

Расчет радиальной жесткости
Умножьте значение осевой жесткости на коэффициенты из таблицы А.

Таблица А

	EL	L	M	H
15°	6.5	6.0	5.0	4.5
18°	4.5			
25°	2.0			
30°	1.4			
40°	0.7			

BNR10H, BNR10X, BNR10XE, BNR20H, BNR20X
Номинальный угол контакта 18° Керамические шарики

№ внутреннего диаметра (мм)	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая жесткость (Н/μм)	M Преднатяг (Н)		M Осевая жесткость (Н/μм)
30	50	(0)	43	110	(–5)	59	220	(–11)	79
35	50	(0)	46	120	(–5)	63	240	(–12)	83
40	50	(0)	49	120	(–5)	68	240	(–11)	88
45	50	(0)	49	120	(–5)	69	240	(–11)	88
50	50	(0)	52	130	(–5)	73	279	(–12)	99
55	50	(0)	54	130	(–5)	76	341	(–14)	110
60	50	(0)	57	140	(–5)	82	391	(–15)	121
65	50	(0)	60	140	(–5)	87	413	(–15)	130
70	50	(0)	59	260	(–10)	110	578	(–20)	147
75	50	(0)	61	270	(–10)	110	597	(–20)	151
80	100	(0)	80	360	(–10)	130	684	(–19)	164
85	100	(0)	82	370	(–10)	130	703	(–19)	169
90	100	(0)	83	370	(–10)	130	938	(–24)	191
95	100	(0)	85	380	(–10)	140	965	(–24)	197
100	100	(0)	87	390	(–10)	140	993	(–24)	204
105	100	(0)	89	470	(–12)	160	1 209	(–28)	229
110	100	(0)	91	600	(–15)	170	1 315	(–29)	235
120	100	(0)	95	630	(–15)	180	1 391	(–29)	250
130	100	(0)	95	833	(–20)	195	1 745	(–36)	260
140	200	(0)	125	860	(–15)	206	1 829	(–30)	276
150	200	(0)	125	1 025	(–18)	221	2 194	(–35)	297

BER10H, BER10X, BER10XE, BER20H, BER20X
Номинальный угол контакта 25° Керамические шарики

№ внутреннего диаметра (мм)	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая жесткость (Н/μм)	M Преднатяг (Н)		M Осевая жесткость (Н/μм)
30	50	(0)	71	250	(–8)	130	500	(–15)	163
35	50	(0)	75	260	(–8)	140	520	(–15)	175
40	50	(0)	80	280	(–8)	150	560	(–15)	191
45	50	(0)	81	280	(–8)	150	560	(–14)	192
50	50	(0)	86	300	(–8)	160	600	(–14)	208
55	50	(0)	89	400	(–10)	190	800	(–18)	240
60	50	(0)	94	430	(–10)	200	860	(–18)	260
65	50	(0)	99	450	(–10)	210	900	(–17)	275
70	50	(0)	98	450	(–10)	210	900	(–17)	275
75	50	(0)	100	580	(–12)	240	1 160	(–21)	306
80	100	(0)	130	700	(–12)	260	1 400	(–21)	336
85	100	(0)	130	720	(–12)	270	1 440	(–21)	347
90	100	(0)	140	740	(–12)	280	1 480	(–21)	355
95	100	(0)	140	760	(–12)	290	1 520	(–21)	367
100	100	(0)	150	780	(–12)	300	1 560	(–21)	381
105	100	(0)	150	1 040	(–15)	330	2 080	(–26)	430
110	100	(0)	150	1 060	(–15)	340	2 120	(–26)	440
120	100	(0)	160	1 120	(–15)	370	2 240	(–26)	469
130	100	(0)	160	1 150	(–16)	370	2 302	(–27)	469
140	200	(0)	200	1 240	(–13)	380	2 476	(–23)	489
150	200	(0)	200	1 444	(–15)	403	2 957	(–28)	552

В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

Сверхточные радиально-упорные шариковые подшипники (серия ROBUST – BGR)

Расчет преднатяга и осевой жесткости для комбинации подшипников
Умножьте на коэффициенты из таблицы B. Для расчета радиальной жесткости значения из таблицы A умножаются на коэффициенты из таблицы B.

Таблица B

	DBD	DBB
Коэффициент преднатяга	1.36	2
Осевая жесткость	1.48	2
Радиальная жесткость	1.54	2

BGR19S
Номинальный угол контакта 15° Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)
10	25	(0)	15.2
12	25	(0)	16.8
15	25	(0)	16.6
17	25	(0)	17.5
20	25	(0)	18.1
25	25	(0)	20.6

BGR19H, BGR19X
Номинальный угол контакта 15° Керамические шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)
10	25	(0)	16.8
12	25	(0)	18.5
15	25	(0)	18.4
17	25	(0)	19.3
20	25	(0)	20.1
25	25	(0)	22.9

BGR10S
Номинальный угол контакта 15° Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)
6	25	(0)	11.0
7	25	(0)	12.0
8	25	(0)	13.0
10	25	(0)	14.0
12	25	(0)	15.0
15	25	(0)	16.0
17	25	(0)	17.0
20	25	(0)	18.0
25	25	(0)	19.0

BGR10H, BGR10X
Номинальный угол контакта 15° Керамические шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)
6	25	(0)	12.6
7	25	(0)	13.7
8	25	(0)	14.4
10	25	(0)	15.9
12	25	(0)	16.9
15	25	(0)	18.0
17	25	(0)	19.0
20	25	(0)	20.0
25	25	(0)	21.6

BGR02S
Номинальный угол контакта 15° Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)
10	25	(0)	14.5
12	25	(0)	15.2
15	25	(0)	16.2
17	25	(0)	16.7
20	25	(0)	17.4
25	50	(0)	25.3

В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

BGR02H, BGR02X
Номинальный угол контакта 15° Керамические шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		Осевая жесткость (Н/μм)
10	25	(0)	16.0
12	25	(0)	17.0
15	25	(0)	18.0
17	25	(0)	18.6
20	25	(0)	19.4
25	50	(0)	28.1

Преднатяг и жесткость (компоновки DB и DF)

Высокоскоростные упорно-радиальные шарикоподшипники (серия ROBUST)

BAR10S

Номинальный угол контакта 30° Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая жесткость (Н/μм)
40	210	(–5)	150	430	(–10)	200
45	210	(–5)	150	430	(–10)	200
50	220	(–5)	170	460	(–10)	220
55	230	(–5)	180	600	(–12)	250
60	240	(–5)	190	650	(–12)	270
65	250	(–5)	200	690	(–12)	290
70	250	(–5)	200	910	(–15)	320
75	260	(–5)	210	940	(–15)	330
80	340	(–5)	240	1 100	(–15)	360
85	350	(–5)	240	1 130	(–15)	370
90	360	(–5)	250	1 660	(–20)	430
95	360	(–5)	260	1 720	(–20)	450
100	370	(–5)	270	1 770	(–20)	460
105	380	(–5)	280	1 820	(–20)	470
110	390	(–5)	280	1 870	(–20)	490
120	390	(–5)	300	1 980	(–20)	520
130	390	(–5)	300	2 530	(–25)	550
140	580	(–5)	360	3 190	(–25)	655
150	580	(–5)	360	3 690	(–28)	690
160	590	(–5)	370	4 080	(–30)	720
170	600	(–5)	380	4 210	(–30)	750
180	605	(–5)	385	5 200	(–35)	800
190	610	(–5)	390	5 370	(–35)	830
200	610	(–5)	390	5 990	(–38)	860

BAR10H

Номинальный угол контакта 30° Керамические шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая жесткость (Н/μм)
40	230	(–5)	175	485	(–10)	230
45	230	(–5)	180	490	(–10)	235
50	245	(–5)	195	525	(–10)	255
55	255	(–5)	200	690	(–12)	290
60	270	(–5)	220	750	(–12)	320
65	285	(–5)	240	800	(–12)	340
70	285	(–5)	240	1 060	(–15)	375
75	290	(–5)	245	1 090	(–15)	390
80	380	(–5)	275	1 260	(–15)	420
85	390	(–5)	280	1 280	(–15)	430
90	400	(–5)	290	1 930	(–20)	510
95	405	(–5)	300	1 970	(–20)	520
100	420	(–5)	310	2 060	(–20)	550
105	420	(–5)	315	2 090	(–20)	555
110	440	(–5)	330	2 180	(–20)	580
120	455	(–5)	350	2 310	(–20)	620
130	455	(–5)	350	2 960	(–25)	650

BTR10S

Номинальный угол контакта 40° Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая жесткость (Н/μм)
40	310	(–5)	260	700	(–10)	350
45	310	(–5)	260	700	(–10)	350
50	330	(–5)	290	760	(–10)	390
55	350	(–5)	310	800	(–10)	410
60	370	(–5)	330	860	(–10)	440
65	390	(–5)	350	910	(–10)	470
70	390	(–5)	350	1 560	(–15)	560
75	400	(–5)	360	1 610	(–15)	590
80	510	(–5)	400	1 820	(–15)	630
85	520	(–5)	420	1 880	(–15)	650
90	530	(–5)	430	2 830	(–20)	770
95	550	(–5)	450	2 930	(–20)	790
100	560	(–5)	460	3 030	(–20)	820
105	570	(–5)	470	3 120	(–20)	850
110	580	(–5)	490	3 210	(–20)	870
120	610	(–5)	520	3 420	(–20)	930
130	610	(–5)	520	4 410	(–25)	980
140	810	(–5)	600	5 310	(–25)	1 140
150	820	(–5)	605	5 370	(–25)	1 160
160	830	(–5)	615	5 480	(–25)	1 180
170	850	(–5)	635	7 280	(–30)	1 330
180	855	(–5)	640	9 080	(–35)	1 450
190	875	(–5)	660	9 390	(–35)	1 500
200	875	(–5)	660	11 290	(–38)	1 600

В скобках приводятся значения замеренного осевого зазора.

BTR10H

Номинальный угол контакта 40° Керамические шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	EL Преднатяг (Н)		EL Осевая жесткость (Н/μм)	L Преднатяг (Н)		L Осевая жесткость (Н/μм)
40	350	(–5)	300	800	(–10)	410
45	355	(–5)	310	810	(–10)	415
50	375	(–5)	335	875	(–10)	450
55	395	(–5)	350	915	(–10)	475
60	425	(–5)	390	1 000	(–10)	520
65	450	(–5)	415	1 060	(–10)	560
70	450	(–5)	415	1 830	(–15)	670
75	460	(–5)	430	1 890	(–15)	700
80	570	(–5)	475	2 120	(–15)	745
85	580	(–5)	475	2 160	(–15)	780
90	600	(–5)	505	3 320	(–20)	910
95	605	(–5)	505	3 390	(–20)	940
100	630	(–5)	540	3 560	(–20)	980
105	640	(–5)	540	3 610	(–20)	1 010
110	665	(–5)	575	3 770	(–20)	1 040
120	700	(–5)	615	4 020	(–20)	1 115
130	700	(–5)	615	5 200	(–25)	1 170

Преднатяг и жесткость

Упорно-радиальные шарикоподшипники двухстороннего действия (серии TAC)

Серия TAC20
Номинальный угол контакта 60° Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	C6		C7		C8	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
140	980	1 200	3 626	1 900	9 310	2 600
150	980	1 210	4 704	2 060	9 408	2 640
160	1 274	1 370	4 802	2 140	10 780	2 830
170	2 058	1 650	6 762	2 450	13 720	3 120
180	2 940	1 875	6 762	2 475	15 680	3 265
190	3 038	1 940	7 056	2 560	18 620	3 560
200	3 038	1 950	7 056	2 570	18 620	3 570

Серия TAC29
Номинальный угол контакта 60° Стальные шарики

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	C6		C7		C8	
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)
150	196	775	4 116	2 150	7 056	2 590
160	196	800	4 410	2 260	7 448	2 720
170	196	800	4 410	2 370	7 742	2 860
180	1 078	1 470	4 410	2 320	9 800	3 040
190	1 078	1 440	4 606	2 440	10 290	3 200
200	1 078	1 500	4 606	2 430	11 760	3 340
220	1 176	1 615	4 900	2 620	12 740	3 615
240	1 176	1 690	5 096	2 750	13 230	3 800
260	1 176	1 670	5 096	2 720	13 230	3 750
280	1 274	1 755	5 390	2 865	13 720	3 950

Преднатяг и жесткость

Упорно-радиальные шарикоподшипники для опоры шарико-винтовой пары

Серия TAC B (для механических станков)
Номинальный угол контакта 60° Стальные шарики

Преднатяг C9

Номер подшипника	Дуплексная компоновка (DB или DF)			Триплексная компоновка (DBD или DFD			Квадруплексная компоновка (DBB или DFF)		
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Пусковой момент (Н·м)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Начальный момент вращения (Н·м)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Пусковой момент (Н·м)
15TAC47B	1 000	555	0.05	1 370	795	0.07	2 010	1 110	0.11
17TAC47B	1 000	555	0.05	1 370	795	0.07	2 010	1 110	0.11
20TAC47B	1 000	555	0.05	1 370	795	0.07	2 010	1 110	0.11
25TAC62B	1 490	733	0.09	2 030	1 050	0.12	2 980	1 465	0.17
30TAC62B	1 563	772	0.09	2 130	1 105	0.12	3 130	1 545	0.18
35TAC72B	1 785	890	0.10	2 430	1 275	0.14	3 570	1 780	0.21
40TAC72B	1 860	930	0.11	2 530	1 330	0.14	3 720	1 860	0.21
40TAC90B	2 365	1015	0.18	3 220	1 465	0.24	4 730	2 030	0.36
45TAC75B	2 005	1005	0.12	2 730	1 445	0.16	4 015	2 015	0.23
45TAC100B	2 880	1160	0.23	3 920	1 670	0.31	5 760	2 320	0.46
50TAC100B	3 010	1210	0.24	4 095	1 745	0.32	6 020	2 425	0.48
55TAC100B	3 010	1210	0.24	4 095	1 745	0.32	6 020	2 425	0.48
55TAC120B	3 520	1430	0.28	4 790	2 055	0.37	7 040	2 855	0.56
60TAC120B	3 520	1430	0.28	4 790	2 055	0.37	7 040	2 855	0.56

Преднатяг C10

Номер подшипника	Дуплексная компоновка (DB или DF)			Триплексная компоновка (DBD или DFD			Квадруплексная компоновка (DBB или DFF)		
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Пусковой момент (Н·м)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Начальный момент вращения (Н·м)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Пусковой момент (Н·м)
15TAC47B	2 150	750	0.14	2 950	1 080	0.20	4 300	1 470	0.29
17TAC47B	2 150	750	0.14	2 950	1 080	0.20	4 300	1 470	0.29
20TAC47B	2 150	750	0.14	2 950	1 080	0.20	4 300	1 470	0.29
25TAC62B	3 150	1 000	0.23	4 300	1 470	0.31	6 250	1 960	0.46
30TAC62B	3 350	1 030	0.24	4 500	1 520	0.33	6 650	2 010	0.49
35TAC72B	3 800	1 180	0.28	5 200	1 710	0.37	7 650	2 350	0.55
40TAC72B	3 900	1 230	0.28	5 300	1 810	0.38	7 850	2 400	0.57
40TAC90B	5 000	1 320	0.48	6 750	1 960	0.65	10 300	2 650	0.96
45TAC75B	4 100	1 270	0.29	5 600	1 910	0.40	8 250	2 550	0.59
45TAC100B	5 900	1 520	0.58	8 050	2 210	0.78	11 800	3 000	1.16
50TAC100B	6 100	1 570	0.60	8 250	2 300	0.80	12 300	3 100	1.18
55TAC100B	6 100	1 570	0.60	8 250	2 300	0.80	12 300	3 100	1.18
55TAC120B	6 650	1 810	0.64	9 100	2 650	0.86	13 200	3 550	1.27
60TAC120B	6 650	1 810	0.64	9 100	2 650	0.86	13 200	3 550	1.27

Серия TAC 02, 03 (для установок литья под давлением)
Номинальный угол контакта 50–55° Стальные шарики

Преднатяг C8

Номер подшипника	Дуплексная компоновка (DB или DF)			Триплексная компоновка (DBD или DFD			Квадруплексная компоновка (DBB или DFF)		
	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Пусковой момент (Н·м)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Начальный момент вращения (Н·м)	Преднатяг (Н)	Осевая жесткость (Н/μм)	Пусковой момент (Н·м)
15TAC02AT85	365	262	0.017	495	385	0.024	575	490	0.027
25TAC02AT85(1)	1 440	520	0.113	1 960	755	0.153	2 260	950	0.175
TAC35-2T85	2 270	705	0.266	3 100	1 020	0.360	3 550	1 280	0.415
40TAC03AT85	2 270	705	0.266	3 100	1 020	0.360	3 550	1 280	0.415
45TAC03AT85	2 740	775	0.355	3 750	1 120	0.480	4 300	1 410	0.550
TAC45-2T85	3 550	880	0.520	4 850	1 270	0.705	5 600	1 600	0.810
50TAC03AT85	3 550	880	0.520	4 850	1 270	0.705	5 600	1 600	0.810
55TAC03AT85	4 100	945	0.650	5 600	1 370	0.880	6 500	1 720	1.000
60TAC03AT85	4 750	1 020	0.810	6 450	1 480	1.100	7 450	1 850	1.250
80TAC03AM	7 350	1 270	1.550	10 000	1 840	2.100	11 500	2 330	2.450
100TAC03CMC(2)	1 000	830	0.105	1 400	1 240	0.147	1 600	1 575	0.166
120TAC03CMC(2)	1 100	930	0.120	1 500	1 378	0.163	1 800	1 775	0.196

(1) Значение 25TAC02AT85 дается на основе преднатяга H.
(2) Значения 100TAC03CMC и 120TAC03CMC даны на основе преднатяга EL.

Радиальный внутренний зазор цилиндрических роликовых подшипников

Зазор в совмещенных подшипниках с коническим внутренним отверстием

Единицы: μм

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)		Зазор в совмещенных подшипниках с коническим внутренним отверстием															
		CC9(1)		CC0		CC1		CC2		CC(2)		CC3		CC4		CC5	
свыше	включительно	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
24	**30**	5	10	8	15	10	25	25	35	40	50	50	60	60	70	80	95
30	**40**	5	12	8	15	12	25	25	40	45	55	55	70	70	80	95	110
40	**50**	5	15	10	20	15	30	30	45	50	65	65	80	80	95	110	125
50	**65**	5	15	10	20	15	35	35	50	55	75	75	90	90	110	130	150
65	**80**	10	20	15	30	20	40	40	60	70	90	90	110	110	130	150	170
80	**100**	10	25	20	35	25	45	45	70	80	105	105	125	125	150	180	205
100	**120**	10	25	20	35	25	50	50	80	95	120	120	145	145	170	205	230
120	**140**	15	30	25	40	30	60	60	90	105	135	135	160	160	190	230	260
140	**160**	15	35	30	50	35	65	65	100	115	150	150	180	180	215	260	295
160	**180**	15	35	30	50	35	75	75	110	125	165	165	200	200	240	285	320
180	**200**	20	40	30	50	40	80	80	120	140	180	180	220	220	260	315	355
200	**225**	20	45	35	60	45	90	90	135	155	200	200	240	240	285	350	395
225	**250**	25	50	40	65	50	100	100	150	170	215	215	265	265	315	380	430
250	**280**	25	55	40	70	55	110	110	165	185	240	240	295	295	350	420	475

(1) Соответствует цилиндрическим роликовым подшипникам классов точности MOC 4 и 5 с коническими внутренними отверстиями.
(2) Обозначает нормальный зазор для совмещенных цилиндрических роликовых подшипников.

Зазор в совмещенных подшипниках с цилиндрическим внутренним отверстием

Единицы: μм

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)		Зазор в совмещенных подшипниках с цилиндрическим внутренним отверстием											
		CC1		CC2		CC(3)		CC3		CC4		CC5	
свыше	включительно	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.
24	**30**	5	15	10	25	25	35	40	50	50	60	70	80
30	**40**	5	15	12	25	25	40	45	55	55	70	80	95
40	**50**	5	18	15	30	30	45	50	65	65	80	95	110
50	**65**	5	20	15	35	35	50	55	75	75	90	110	130
65	**80**	10	25	20	40	40	60	70	90	90	110	130	150
80	**100**	10	30	25	45	45	70	80	105	105	125	155	180
100	**120**	10	30	25	50	50	80	95	120	120	145	180	205
120	**140**	10	35	30	60	60	90	105	135	135	160	200	230
140	**160**	10	35	35	65	65	100	115	150	150	180	225	260
160	**180**	10	40	35	75	75	110	125	165	165	200	250	285
180	**200**	15	45	40	80	80	120	140	180	180	220	275	315
200	**225**	15	50	45	90	90	135	155	200	200	240	305	350
225	**250**	15	50	50	100	100	150	170	215	215	265	330	380
250	**280**	20	55	55	110	110	165	185	240	240	295	370	420

(3) Обозначает нормальный зазор для совмещенных цилиндрических роликовых подшипников.

5. ПРЕДЕЛЬНЫЕ СКОРОСТИ

Предельные скорости

Приведенные в таблицах подшипников значения предельных скоростей являются нормативными. Они основываются на данных для одного подшипника с легким преднатягом, установленным при помощи пружины; этот подшипник подвергается сравнительно легким нагрузкам с хорошим теплоотводом.

Значения предельных скоростей при применении с консистентной смазкой определены при использовании высококачественного смазочного материала в соответствующих количествах. Значения предельных скоростей, приведенные для подшипников с использованием масляной смазки, основываются на применении воздушно-масляного смазочного материала или масляного тумана. В тех случаях, когда смазочное масло используется в качестве средства для понижения температуры, скорость работы можно повышать, однако большое количество масла должно подаваться в подшипник под давлением, в результате чего теряется значительное количество энергии.

При использовании одинарных подшипников в парной, тройной или четверной комбинациях или увеличении преднатяга для повышения жесткости шпинделя значения предельных скоростей будут ниже приведенных.

Относительно использования консистентной смазки, проконсультируйтесь у специалистов NSK, поскольку необходимо также учитывать и долговечность смазки.

Коэффициенты скорости

Предельная скорость комбинации совмещенных подшипников, работающих при установочном преднатяге, рассчитывается путем умножения значения предельной скорости одного подшипника из комбинации на соответствующий поправочный коэффициент из таблицы 5.1.

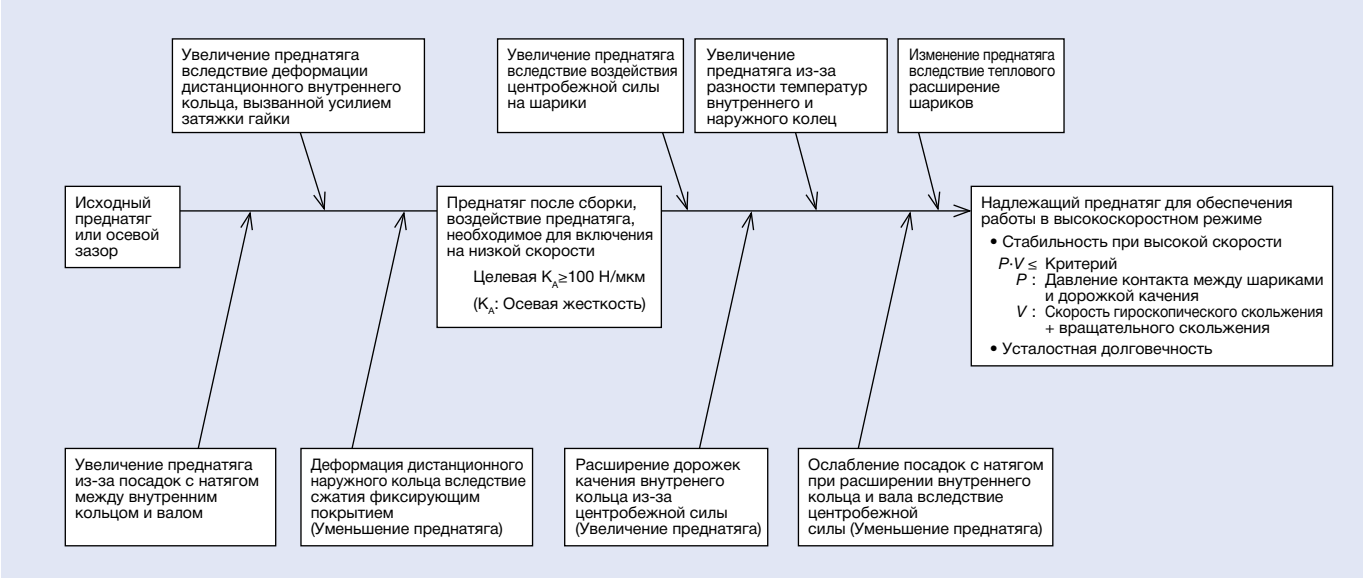
Предварительные нагрузки в данной таблице – это значения предварительных нагрузок после закрепления подшипника на шпинделе. Значения предварительных нагрузок после установки подшипника на шпиндель изменяются вследствие требований высокоскоростного режима к посадке вала и деформации дистанционного кольца из-за воздействия силы затяжки. В таких случаях, особенно в высокоскоростных установках, необходимо регулировать размеры дистанционных колец относительно друг друга, чтобы компенсировать изменение преднатяга после установки подшипника.

Таблица 5.1 Коэффициенты скорости

	Компоновка	EL	L	M	H
DB	∅ ∅	0.85	0.80	0.65	0.55
DBB	∅ ∅ ∅ ∅	0.80	0.75	0.60	0.45
DBD	∅ ∅ ∅	0.75	0.70	0.55	0.40

Факторы изменения преднатяга

Рис. 5.1 Схема регулирования преднатяга



Факторы, воздействующие на предельные скорости

На ограничение скорости подшипника внутри шпинделя влияют следующие рабочие условия.

1. Метод смазывания

Толщина смазочной пленки, создаваемой при пополнении смазки методом воздушно-масляного смазывания или масляного тумана превышает толщину смазочной пленки, создаваемой методом смазывания консистентной смазкой. Таким образом, при использовании метода смазывания воздушно-масляной смазкой или масляным туманом предельная скорость оказывается выше.

При использовании струйного метода смазки большое количество масла, подаваемого в подшипник с целью смазывания, одновременно снижает температуру, в результате чего появляется возможность повысить скорость работы.

2. Комбинация

Если подшипники используются в составе комбинации, то их количество влияет на предельную скорость. По мере увеличения количества подшипников в комбинации предельная скорость снижается, поскольку уменьшается способность теплоотдачи.

3. Преднатяг

Если преднатяг после сборки высок, то давление контакта поверхностей элементов качения и беговых дорожек увеличивается, что дополнительно повышает температуру. Вследствие этого преднатяг при выполнении операции увеличивается еще сильнее, что повышает риск выхода подшипников из строя. Во избежание этого типа отказа подшипников предельная скорость снижается. Кроме того, в случае с цилиндрическими роликовыми подшипниками при уменьшении радиального зазора и увеличении преднатяга во время работы предельная скорость также снижается.

4. Система привода

Предельная скорость подшипника изменяется также в зависимости от системы привода шпинделя. Для шпинделей со встроенным двигателем температура внутри шпинделя выше. Если у такого шпинделя есть система охлаждения водяной рубашкой, то разница температур внутреннего и наружного колец увеличивается, в результате чего повышается преднатяг и снижается предельная скорость (см. рис. 5.2). Охлаждение водяной рубашкой также влияет на зазор между подшипником и корпусом (см. рис. 5.3). Если зазор между подшипником и корпусом станет отрицательным, преднатяг увеличится.

Рис. 5.2 Влияние охлаждения водяной рубашкой на предельную скорость

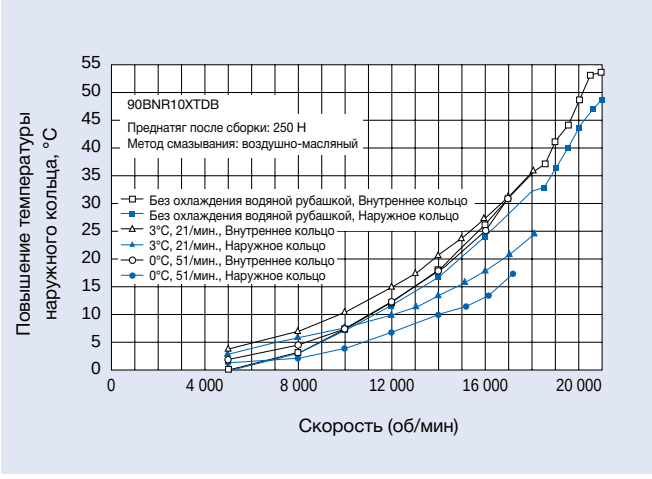
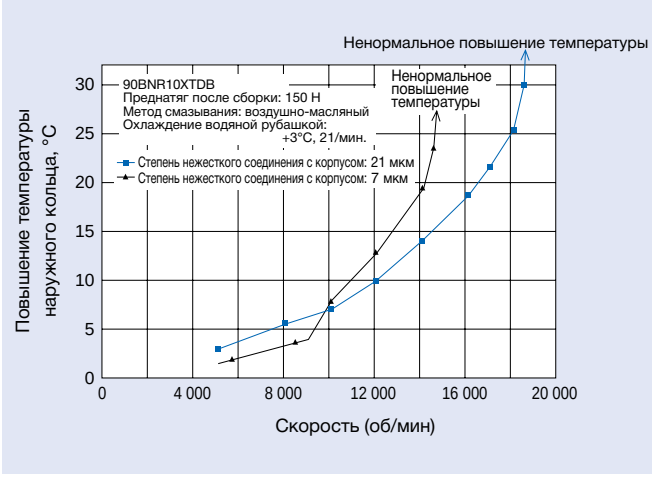


Рис. 5.3 Влияние зазора между подшипником и корпусом на предельную скорость



6. СМАЗКА

Назначение

Основная задача смазывания – уменьшение степени трения и износа внутренней части подшипника, вызывающие его преждевременный выход из строя. Смазка влияет на следующие факторы:

(1) Уменьшение степени трения и износа

Непосредственный контакт металла колец, элементов качения и сепаратора, которые являются основными компонентами подшипника, предотвращается с помощью слоя смазки, уменьшающего степень трения и износа в областях соприкосновения.

(2) Продление усталостной долговечности

Усталостная долговечность качения подшипников в значительной мере зависит от вязкости и толщины смазочного слоя между поверхностями контакта качения. Толстый слой смазки продлевает усталостную долговечность, однако последняя снижается в том случае, если вязкость смазки невысока и смазочный слой недостаточно толстый.

(3) Теплоотдача

Для рассеивания тепла, выделяемого в процессе трения или полученного снаружи, можно применять циркуляционное смазывание, чтобы предотвратить перегревание подшипника и ухудшение свойств смазки.

(4) Другие эффекты

Кроме того, смазка, отвечающая всем техническим требованиям, помогает предупредить проникновение в подшипник посторонних частиц и защищает от коррозии и ржавления.

Методы смазывания

В шпинделях механических станков, для которых важна высокая степень точности, необходимо предотвращать чрезмерное повышение температуры для уменьшения температурных деформаций. Тепловыделение подшипника разделяется на составляющую нагрузки, обусловленную типом подшипника, и составляющую скорости, обусловленную методом смазывания и скоростью работы. Как правило, составляющая скорости превышает компонент нагрузки, но в том случае, если выбран метод смазывания, который приводит к уменьшению составляющей скорости, не следует игнорировать влияние составляющей нагрузки. Таким образом, важно выбрать подшипник с низкой степенью тепловыделения (компонент нагрузки) и метод смазывания (компонент скорости).

Значительное воздействие на тепловыделение оказывают и метод смазывания, и количество смазочного материала. Обычно смазывание проводится при помощи небольшого количества смазки, так как такой метод является экономичным, не требует технического обслуживания и предполагает небольшую степень тепловыделения. Для поддержания стабильно низкой температуры при высокой скорости операций был разработан метод воздушно-масляного смазывания, требующий минимального количества смазки.

Известная зависимость между количеством смазки, тепловыделением (потери трения) и повышением температуры отображена на рис. 6.1. Таким образом, во избежание чрезмерных подъемов температуры в случае со шпинделями станочного оборудования необходимо применять метод смазывания, максимально стремящийся либо к области A, либо к области B. Методы смазывания в областях A и B описываются в таблице 6.1.

Динамический момент вращения подшипника (тепловыделение) $M=Ml+Mv$

- Составляющая нагрузки (обусловлена типом подшипника и нагрузкой)

  $Ml = f_1 F d_m$

  где f_1 : Коэффициент, определяемый типом подшипника и нагрузкой
  F : Нагрузка
  d_m : Диаметр начальной окружности элемента качения

- Составляющая скорости (обусловлена вязкостью масла, количеством, скоростью)

  $Mv = f_0 (v_0 n)^{2/3} dm^3$

  где f_0 : Коэффициент, обусловленный подшипником и методом смазки
  v_0 : Кинематическая вязкость смазки
  n : Скорость

Рис. 6.1 Количество смазки и повышение температуры

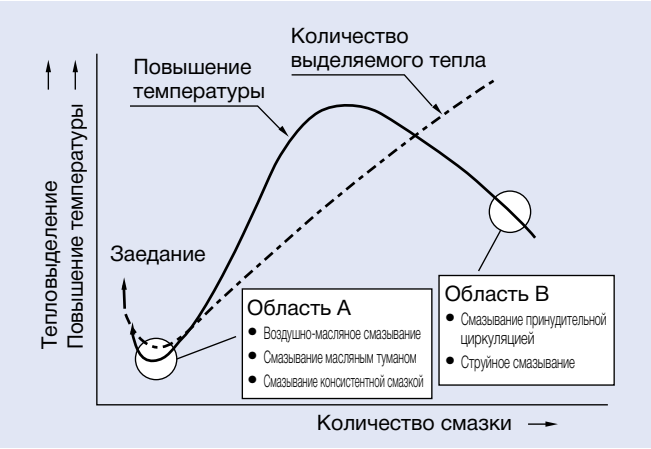


Таблица 6.1 Сравнение методов смазывания

Методы смазывания	Преимущества	Недостатки
Смазывание консистентной смазкой	○ Экономичность. ○ Возможно ограничение повышения температуры. ○ Не требует технического обслуживания.	○ При ухудшении свойств консистентной смазки в подшипнике может произойти заедание. ○ Может произойти проникновение пыли и смазочно-охлаждающей эмульсии.
Смазывание масляным туманом	○ Поскольку свежее масло подается постоянно, нет опасности его загрязнения. ○ Так как смазка постоянно обновляется, затрудняется проникновение пыли и смазочно-охлаждающей эмульсии.	○ Загрязнение окружающей среды. ○ Объем подачи смазки зависит от ее вязкости и температуры, вследствие чего затрудняется контроль потока смазки на невысокой скорости. ○ Подтверждение о поступлении смазки в подшипник затруднительно.
Струйное смазывание	○ Благодаря высокой скорости потока смазки проникновение пыли и смазочно-охлаждающей эмульсии невозможно, и вероятность заедания сводится к нулю. ○ При помощи охлаждения смазкой можно до некоторой степени контролировать температуру подшипника.	○ Высокие потери от трения. ○ Из-за утечек использование этой смазки для вертикальных шпинделей затруднительно. ○ Высокая стоимость.
Воздушно-масляное смазывание	○ Благодаря возможности контроля количества смазки в подшипник поступает оптимальное количество смазки, и тепловыделение оказывается небольшим. ○ Помимо низкой степени тепловыделения присутствует охлаждающий эффект воздуха, вследствие чего температура держится на низком уровне. ○ Поскольку свежее масло подается постоянно, нет опасности его загрязнения. ○ Затрудняется попадание пыли и смазочно-охладительной жидкости. ○ Загрязнение окружающей среды незначительно.	○ Довольно высокая стоимость. ○ Подтверждение о поступлении смазки в подшипник затруднительно.

Смазывание консистентной смазкой

(1) Рекомендуемые виды консистентных смазок

Консистентные смазки на литиевой основе с минеральным маслом в качестве базового имеют хорошие адгезионные свойства и обладают прекрасными характеристиками для применения в подшипниках качения. Как правило, такие смазки пригодны к эксплуатации в диапазоне температур от -10°C до +110°C.
В качестве смазки для высокоскоростных шпинделей механических станков, требующих соблюдения условий небольшого повышения температуры и долгого срока службы, рекомендуется смазка консистенции №2 с синтетическим базовым маслом (сложноэфирное масло, сложноэфирное + минеральное масла и т.д.). В таблице 6.2 перечислены марки и свойства консистентных смазочных материалов, широко применяемых в работе со шпинделями станочного оборудования и подшипников для шарико-винтовых опор.

(2) Долговечность консистентной смазки

Долговечность консистентной смазки сильно зависит от рабочей температуры; отсюда следует необходимость поддерживать температуру подшипника (а также температуру воздуха) на низком уровне с целью увеличения срока службы смазки. Высокоэффективная многоцелевая консистентная смазка часто используется при работе с подшипниками для высокоскоростных шпинделей или двигателей вращения шпинделя.

Уравнение ниже описывает среднюю долговечность многоцелевой консистентной смазки.

$$\log t = 6.12 - 1.4 n/N_{max} - (0.018 - 0.006 n/N_{max})\, T$$

где t : Средняя долговечность консистентной смазки (ч)
N_{max} : Предельная скорость (об/мин)
n : Рабочая скорость (об/мин)
T : Рабочая температура подшипника (°C)

(3) Объем консистентной смазки для подшипников высокоскоростных шпинделей

Для эксплуатации подшипников с высокой скоростью при смазывании консистентной смазкой рекомендуется заполнять ей от 10 до 20% внутреннего пространства подшипника. При использовании чрезмерного количества смазки во время обкатки выделяется ненормальное количества тепла, отчего свойства смазки могут ухудшиться. Чтобы избежать этого, необходимо уделять достаточное количество времени обкатке шпинделей. Объем заполнения подшипников, необходимый для легкой обкатки, компания NSK определяет на основании своего опыта, обеспечивая смазывание, отвечающее всем техническим требованиям. Сведения о необходимых количествах смазки см. в таблицах на стр. 175.

Table 6.2 Марки консистентных смазок и их свойства

Марки	Производители	Загустители	Базовые масла	Вязкость базовых масел мм²/с (40°C)	Температура каплеобразования (°C)	Диапазон рабочих температур (°C)	Основное применение
MTE	NSK	Соединение бария	Сложноэфирное масло	23	200	–30 do +120	Подшипники для высокоскоростных шпинделей, высокоскоростные цилиндрические роликовые подшипники
MTS	NSK	Мочевина	Сложноэфирное +синтетическое углеводородное масло	22	220	–40 do +130	Подшипники для высокоскоростных шпинделей
Isoflex NBU15	Klüber	Соединение бария	Синтетическое диэфирное масло +минеральное масло	20	250	–30 do +120	Подшипники для шпинделей станков
Multemps PS No.2	Kyodo Yushi	Литий	Синтетическое сложноэфирное масло + минеральное масло	16	189	–50 do +110	Подшипники для шпинделей станков
Mobilux 2	Mobil	Литий	Минеральное масло	26	196	–10 do +110	Подшипники для расточных головок, вращающихся центров
Multemp LRL3	Kyodo Yushi	Литий	Тетраэфирное синтетическое масло	37	208	–30 do +130	Подшипники для шпинделей станков
Stabragus NBU8EP	Klüber	Соединение бария	Минеральное масло	105	220	–30 do +130	Цилиндрические роликовые подшипники с большой нагрузкой
Alvania 2	Shell	Литий	Минеральное масло	130	182	–10 do +110	Подшипники опор шаровинтовых пар
ENS	NSK	Мочевина	Тетраэфирное синтетическое масло	32	260	–40 do +160	Подшипники для двигателей
WPH	NSK	Димочевина	Полеолефиновое масло	96	259	–40 do +150	Подшипники опор шаровинтовых пар

Смазывание маслом

(1) Смазывание масляным туманом и воздушно-масляное смазывание (Смазывание минимальным количеством масла)

Масляное распыление – это метод распыления масла при его преобразовании в туман посредством сжатого воздуха. Его также называют смазыванием масляным туманом. Воздушно-масляное смазывание – это метод непрерывной подачи масла путем его введения в поток сжатого воздуха с помощью смесительного вентиля, который периодически подает минимальное количество масла, используя клапан постоянного расхода. На рис. 6.2 приводятся рекомендуемые объемы подачи масла для описанных выше методов смазывания в расчете на один подшипник.

При смазывании масляным туманом необходимо корректировать количество масла для учета воздействия отводов трубопровода и просачивания сквозь зазоры между дистанционными кольцами. Если Вам нужно увеличить количество масла при значении $d_m n$ свыше 1 800 000, обратитесь в компанию NSK.

(2) Струйное смазывание

Струйное смазывание в основном используется для высокоскоростных подшипников при значении $d_m n$ свыше 100 × 10^4. Струи смазочного масла подаются в подшипники под постоянным давлением через одну или несколько насадок. При высокой скорости окружающий подшипник воздух завихряется одновременно с вращением подшипника, формируя вокруг него воздушную оболочку. Скорость струи из каждой насадки должна быть на 20% выше окружной скорости внутреннего кольца над поверхностью. Так как при струйном смазывании используется большое количество масла, возникает высокое сопротивление перемешивания, и потому необходимо снижать температуру, эффективно используя большое масловыпускное отверстие и вынужденный выпуск. Что касается подшипников для шпинделей станочного оборудования, этот метод иногда используется как средство поддержания стабильности операций при сверхвысоких скоростях (см. рис. 6.3).

О положении распылительного сопла см. на странице 192.

Рис. 6.2 Рекомендуемые объемы масла для подшипников с разными размерами внутренних диаметров

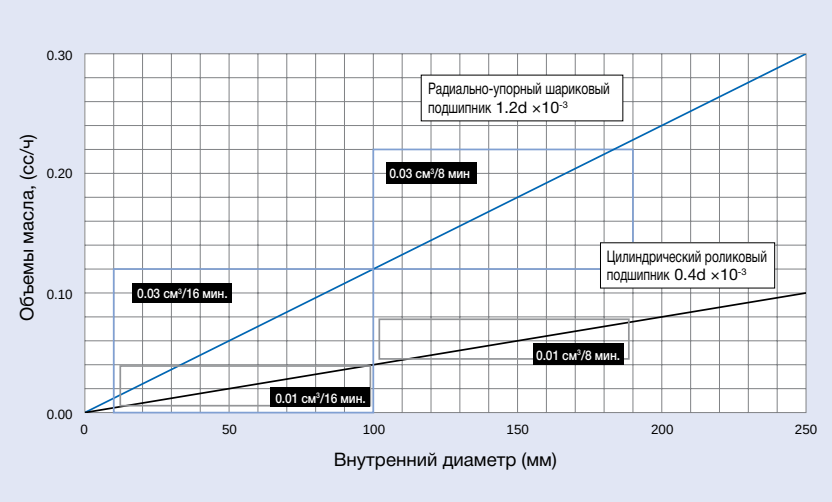
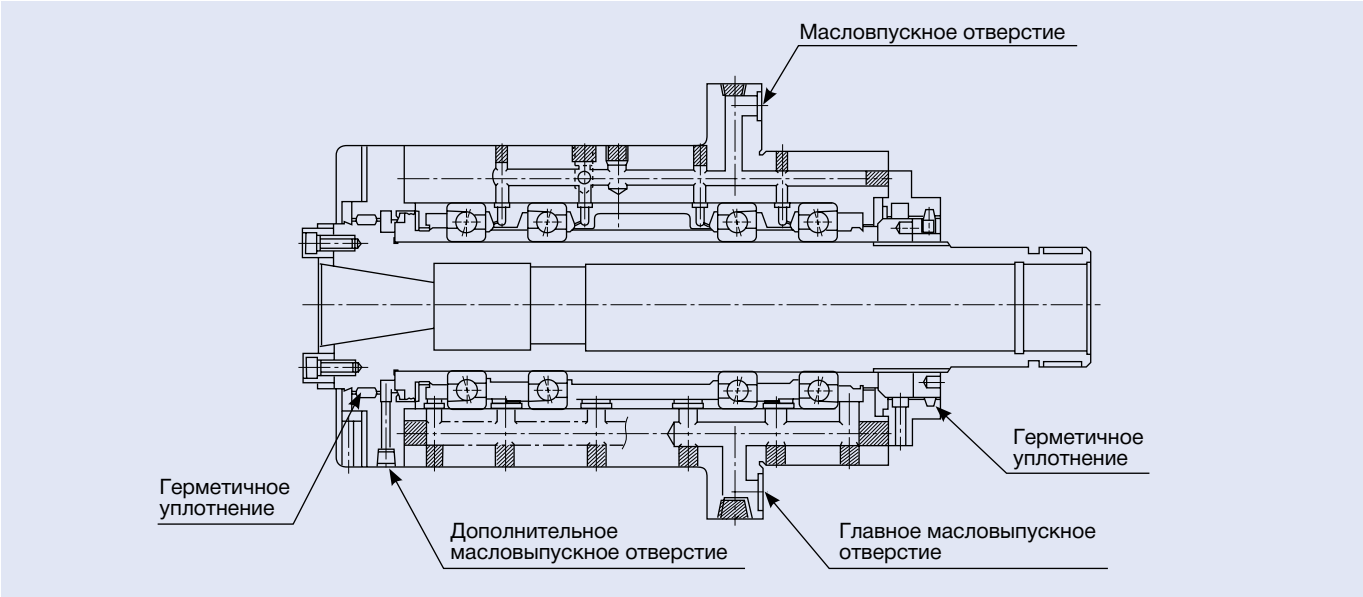


Рис. 6.3 Конструкция шпинделя со струйным методом смазывания



Рекомендуемые объемы консистентной смазки для подшипников

Единица измерения: см³/подшипник

Номер внутреннего диаметра	Внутренний диаметр (мм)	РУШП: 15% внутреннего пространства				ЦРП: 10% внутреннего пространства			
		BNR19 BGR19 79xx	BGR10 70xx	BGR02 72xx	BNR10 BAR10 BTR10	NN49	NN39	NN30	N10
		Количество X	Количество X	Количество X	Количество X	Количество X	Количество X	Количество X	Количество X
5	5	–	–	0.03	–	–	–	–	–
6	6	–	0.04	0.07	–	–	–	–	–
7	7	–	0.07	–	–	–	–	–	–
8	8	–	0.12	0.10	–	–	–	–	–
00	10	0.06	0.13	0.16	–	–	–	–	–
01	12	0.06	0.14	0.23	–	–	–	–	–
02	15	0.11	0.18	0.29	–	–	–	–	–
03	17	0.13	0.24	0.41	–	–	–	–	–
04	20	0.23	0.44	0.68	–	–	–	–	–
05	25	0.27	0.52	0.85	–	–	–	0.4	–
06	30	0.31	0.69	1.2	0.58	–	–	0.6	0.4
07	35	0.48	0.98	1.7	0.78	–	–	0.8	0.6
08	40	0.75	1.2	2.1	0.92	–	–	1.0	0.7
09	45	0.83	1.5	2.6	1.2	–	–	1.3	1.0
10	50	0.91	1.6	3.0	1.2	–	–	1.4	1.1
11	55	1.1	2.4	3.9	1.7	–	–	2.0	1.5
12	60	1.2	2.6	4.8	1.8	–	–	2.1	1.6
13	65	1.3	2.6	5.7	1.9	–	–	2.2	1.6
14	70	2.1	3.6	6.5	2.8	–	–	3.2	2.4
15	75	2.3	3.6	7.0	2.9	–	–	3.5	2.5
16	80	2.4	5.1	8.7	3.8	–	–	4.7	3.5
17	85	3.5	5.3	11	4.0	–	–	4.9	3.7
18	90	3.6	6.6	13	5.5	–	–	6.5	4.5
19	95	3.6	6.8	16	5.7	–	–	6.6	4.7
20	100	4.9	7.2	19	6.1	5.4	4.5	6.8	4.9
21	105	5.1	9.0	23	7.6	5.6	4.6	9.3	5.9
22	110	5.2	12	27	9.1	5.7	4.8	11	7.5
24	120	7.9	12	31	9.8	8.4	6.5	12.5	8.1
26	130	9.0	18	34	15	11	8.5	18	12.4
28	140	9.9	20	42	17	12	9.3	20	12.9
30	150	14	25	53	22	24	14	23	–
32	160	16	34	–	26	20	15	29	–
34	170	14	42	–	33	21	15	38	–
36	180	22	51	–	46	28	23	51	–
38	190	27	47	–	50	30	24	54	–
40	200	39	76	–	61	44	35	69	–
44	220	42	–	–	–	–	37	–	–
48	240	41	–	–	–	–	40	–	–
52	260	77	–	–	–	–	70	–	–
56	280	80	–	–	–	–	75	–	–

Объем консистентной смазки для подшипника "xxTAC20(29)X(D)" должен совпадать с соответствующим значением для двухрядного цилиндрического роликового подшипника, который устанавливается совместно с ним. Используйте смазку, указанную на странице 173.
Для вычисления веса смазки умножьте 0.93 (плотность) на количество (указанное выше).
Рекомендуемые количества смазки для упорно-радиальных шарикоподшипников для опор шаровинтовых пар см. на стр.110-113.

7. ДОПУСКИ ПОДШИПНИКОВ

Допустимые отклонения размерности (допуски) подшипников и точность хода радиальных подшипников NSK определяются стандартами "Классы точности подшипников качения" МОС 492/199/582/1132-1 и "Допустимые отклонения подшипников качения" JIS B 1514. Помимо подшипников с упомянутыми допусками, компания NSK производит радиально-упорные шариковые подшипники классов точности ABEC5, 7 и 9 по стандарту Ассоциации американских производителей подшипников (ABMA) Standard 20. Приблизительные определения составляющих точности хода и методы их измерения приводятся в таблице 7.1 и на рис. 7.1.
Более подробные данные содержатся в описаниях стандартов МОС 5593, разделе "Терминология подшипников качения" JIS B 0104 и разделе "Методы измерения для подшипников качения" JIS B 1515.

Таблица 7.1

Точность хода	Внутреннее кольцо	Наружное кольцо	Циферблатный индикатор
Радиальное биение внутреннего кольца подшипника в сборке K_{ia}	Вращается	Неподвижно	A
Радиальное биение наружного кольца подшипника в сборке K_{ea}	Неподвижно	Вращается	A
Биение поверхности (задней поверхности) внутреннего кольца подшипника в сборке относительно дорожки качения S_{ia}	Вращается	Неподвижно	B_1
Биение поверхности (задней поверхности) наружного кольца подшипника в сборке относительно дорожки качения S_{ea}	Неподвижно	Вращается	B_2
Биение базовой торцевой поверхности (невидимой поверхности, где возможно) внутреннего кольца относительно дорожки качения S_d	Вращается	Неподвижно	C
Отклонение от перпендикулярности образующей наружной поверхности относительно торца (невидимой поверхности) наружного кольца S_D	Не применяется	Вращается	D

Допуски радиальных подшипников

Внутреннее кольцо

Таблица 7.2 Внутреннее кольцо (Класс 5)

Единица измерения: μm (мкм)

Номинальный внутренний диаметр d (мм)		Отклонения среднего диаметра отверстия в одной плоскости Δ_{dmp}(2)		Колебания диаметра отверстия в одной радиальной плоскости V_{dp}(2) Серии диаметров 9	0, 2, 3	Колебания среднего диаметра отверстия V_{dmp}(2)	Радиальное биение внутреннего кольца K_{ia}	Биение внутреннего кольца относительно внутреннего отверстия S_d	Биение торца внутреннего кольца относительно дорожки качения S_{ia}(4)	Отклонения ширины одинарного внутреннего кольца ΔB_s: Одинарный подшипник Комбинированный подшипник	Одинарный подшипник	(1) Комбинированный подшипник	Колебания ширины внутреннего кольца V_{B_s}
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	макс.		макс.	макс.	макс.	макс.	высшая точка	низшая точка		макс.
2.5	**10**	0	– 5	5	4	3	4	7	7	0	– 40	–250	5
10	**18**	0	– 5	5	4	3	4	7	7	0	– 80	–250	5
18	**30**	0	– 6	6	5	3	4	8	8	0	–120	–250	5
30	**50**	0	– 8	8	6	4	5	8	8	0	–120	–250	5
50	**80**	0	– 9	9	7	5	5	8	8	0	–150	–250	6
80	**120**	0	–10	10	8	5	6	9	9	0	–200	–380	7
120	**180**	0	–13	13	10	7	8	10	10	0	–250	–380	8
180	**250**	0	–15	15	12	8	10	11	13	0	–300	–500	10
250	**315**	0	–18	18	14	9	13	13	15	0	–350	–500	13

Таблица 7.3 Внутреннее кольцо (Класс 4)

Единица измерения: μm (мкм)

Номинальный внутренний диаметр d (мм)		Отклонения среднего диаметра отверстия в одной плоскости Δ_{dmp}(2)		Отклонения внутреннего диаметра Δ_{dS}(2)		Колебания диаметра отверстия в одной радиальной плоскости V_{dp}(2) Серии диаметров 9	0, 2, 3	Колебания среднего диаметра отверстия V_{dmp}(2)	Радиальное биение внутреннего кольца K_{ia}	Биение внутреннего кольца относительно внутреннего отверстия S_d	Биение торца внутреннего кольца относительно дорожки качения S_{ia}(4)	Отклонения ширины одинарного внутреннего кольца ΔB_s: Одинарный подшипник Комбинированный подшипник	Одинарный подшипник	(1) Комбинированный подшипник	Колебания ширины внутреннего кольца V_{B_s}
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.		макс.	макс.	макс.	макс.	высшая точка	низшая точка		макс.
2.5	**10**	0	– 4	0	– 4	4	3	2	2.5	3	3	0	– 40	–250	2.5
10	**18**	0	– 4	0	– 4	4	3	2	2.5	3	3	0	– 80	–250	2.5
18	**30**	0	– 5	0	– 5	5	4	2.5	3	4	4	0	–120	–250	2.5
30	**50**	0	– 6	0	– 6	6	5	3	4	4	4	0	–120	–250	3
50	**80**	0	– 7	0	– 7	7	5	3.5	4	5	5	0	–150	–250	4
80	**120**	0	– 8	0	– 8	8	6	4	5	5	5	0	–200	–380	4
120	**180**	0	–10	0	–10	10	8	5	6	6	7	0	–250	–380	5
180	**250**	0	–12	0	–12	12	9	6	8	7	8	0	–300	–500	6

(1) Применимо к отдельным кольцам, изготовленным для комбинированных подшипников.
(2) Применимо к подшипникам с цилиндрическими внутренними отверстиями.
(3) Исходная точность NSK – класс 3. Допуски внутреннего диаметра и наружного диаметра подшипника – класс 4. Прочие допуски – класс 2.
(4) Применимо к шариковым подшипникам.

Примечания:
1. Предельное допустимое (максимальное) отклонение цилиндрического внутреннего диаметра, согласно указанным в таблице данным для непроходной стороны цилиндрического калибра, не обязательно соответствует расстоянию, в 1,2 раза превышающему размеры канавки r (макс.) на поверхности кольца.
2. Стандарты ABMA ABEC5, ABEC7, и ABEC9 эквивалентны классам МОС (JIS) 5, 4 и 2 соответственно. Стандарты ABMA применимы к радиально-упорным шариковым подшипникам.

Рис. 7.1 Методы измерения точности хода

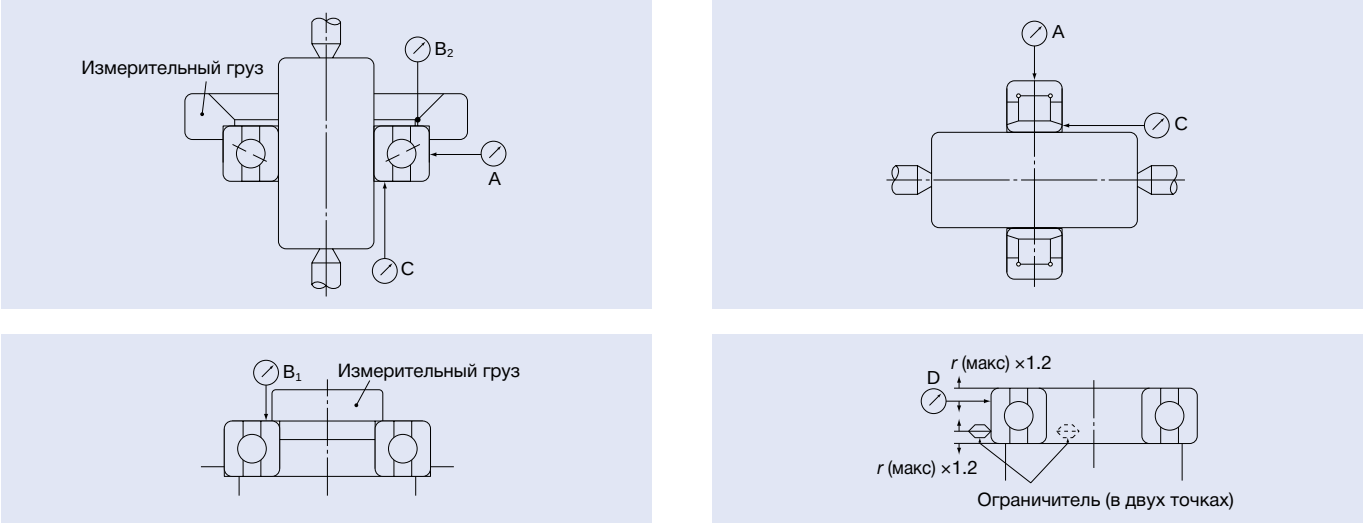


Таблица 7.4 Внутреннее кольцо (Класс 3) (3)

Единица измерения: μм (мкм)

Номинальный внутренний диаметр d (мм)		Отклонения среднего диаметра отверстия в одной плоскости Δ_{dmp}(2)		Отклонения внутреннего диаметра Δ_{dS}(2)		Колебания диаметра отверстия в одной радиальной плоскости V_{dp}(2)	Колебания среднего диаметра отверстия V_{dmp}(2)	Радиальное биение внутреннего кольца K_{ia}	Биение внутреннего кольца относительно внутреннего отверстия S_d	Биение торца внутреннего кольца относительно дорожки качения S_{ia}(4)	Отклонения ширины одинарного внутреннего кольца ΔB_s			Колебания ширины внутреннего кольца V_{B_s}
											Одинарный подшипник Комбинированный подшипник	Одинарный подшипник	(1) Комбинированный подшипник	
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.	макс.	макс.	макс.	макс.	высшая точка	низшая точка		макс.
2.5	**10**	0	– 4	0	– 4	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	– 40	–250	1.5
10	**18**	0	– 4	0	– 4	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	– 80	–250	1.5
18	**30**	0	– 5	0	– 5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	–120	–250	1.5
30	**50**	0	– 6	0	– 6	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	–120	–250	1.5
50	**80**	0	– 7	0	– 7	4	2	2.5	1.5	2.5	0	–150	–250	1.5
80	**120**	0	– 8	0	– 8	5	2.5	2.5	2.5	2.5	0	–200	–380	2.5
120	**150**	0	–10	0	–10	7	3.5	2.5	2.5	2.5	0	–250	–380	2.5
150	**180**	0	–10	0	–10	7	3.5	5	4	5	0	–250	–380	4
180	**250**	0	–12	0	–12	8	4	5	5	5	0	–300	–500	5

Таблица 7.5 Внутреннее кольцо (Класс 2)

Единица измерения: μм (мкм)

Номинальный внутренний диаметр d (мм)		Отклонения среднего диаметра отверстия в одной плоскости Δ_{dmp}(2)		Отклонения внутреннего диаметра Δ_{dS}(2)		Колебания диаметра отверстия в одной радиальной плоскости V_{dp}(2)	Колебания среднего диаметра отверстия V_{dmp}(2)	Радиальное биение внутреннего кольца K_{ia}	Биение внутреннего кольца относительно внутреннего отверстия S_d	Биение торца внутреннего кольца относительно дорожки качения S_{ia}(4)	Отклонения ширины одинарного внутреннего кольца ΔB_s			Колебания ширины внутреннего кольца V_{B_s}
											Одинарный подшипник Комбинированный подшипник	Одинарный подшипник	(1) Комбинированный подшипник	
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.	макс.	макс.	макс.	макс.	высшая точка	низшая точка		макс.
2.5	**10**	0	–2.5	0	–2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	– 40	–250	1.5
10	**18**	0	–2.5	0	–2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	– 80	–250	1.5
18	**30**	0	–2.5	0	–2.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	–120	–250	1.5
30	**50**	0	–2.5	0	–2.5	2.5	1.5	2.5	1.5	2.5	0	–120	–250	1.5
50	**80**	0	–4	0	–4	4	2	2.5	1.5	2.5	0	–150	–250	1.5
80	**120**	0	–5	0	–5	5	2.5	2.5	2.5	2.5	0	–200	–380	2.5
120	**150**	0	–7	0	–7	7	3.5	2.5	2.5	2.5	0	–250	–380	2.5
150	**180**	0	–7	0	–7	7	3.5	5	4	5	0	–250	–380	4
180	**250**	0	–8	0	–8	8	4	5	5	5	0	–300	–500	5

Внутреннее кольцо (Класс 4Y)

(Что касается класса 4Y (P4Y), размерная точность внутреннего диаметра и наружного диаметра особая.)

Таблица 7.6 Допуски внутреннего диаметра внутреннего кольца

Единица измерения: μм (мкм)

Внутренний диаметр (мм)		Класс 4		Класс 4Y (Контролируется по среднему значению)	
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка
30	**50**	0	– 6	–1	–3
50	**80**	0	– 7	–2	–5
80	**120**	0	– 8	–3	–6
120	**150**	0	–10	–3	–7

* Допуски подшипников с внутренним диаметром до 30мм такие же, как и для подшипников с внутренним диаметром 30-50мм. Класс 4Y – собственный стандарт точности NSK, по которому допуски внутреннего диаметра и диаметра наружного кольца подшипника относятся к специальному классу (контролируются относительно среднего значения), а все прочие допуски – класс 4. Точность хода класса 4Y совпадает с показателем класса 4, но с более узким диапазоном допусков внутреннего и наружного диаметров, чем у класса 4. Подходит для универсальной комбинации подшипников.

Допустимые отклонения радиальных подшипников

Наружное кольцо

Таблица 7.6 Наружное кольцо (Класс 5)

Единица измерения: μм (мкм)

Номинальный наружный диаметр D (мм)		Отклонение среднего наружного диаметра в одной плоскости Δ_{Dmp}		Колебания наружного диаметра в единичной радиальной плоскости V_{dp}		Колебания среднего наружного диаметра V_{Dmp}	Радиальное биение наружного кольца K_{ea}	Биение наружного кольца относительно внутреннего отверстия S_D	Биение поверхности наружного кольца относительно дорожки качения S_{ea}(1)	Отклонения ширины одинарного наружного кольца Δ_{Cs}	Колебания ширины наружного кольца V_{Cs}
				Серии диаметров							
				9	0, 2						
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	макс.		макс.	макс.	макс.	макс.		макс.
6	**18**	0	– 5	5	4	3	5	8	8	Равняется значению внутреннего кольца (Δ_{Bs}) подшипника того же номера	5
18	**30**	0	– 6	6	5	3	6	8	8		5
30	**50**	0	– 7	7	5	4	7	8	8		5
50	**80**	0	– 9	9	7	5	8	8	10		6
80	**120**	0	– 10	10	8	5	10	9	11		8
120	**150**	0	–11	11	8	6	11	10	13		8
150	**180**	0	–13	13	10	7	13	10	14		8
180	**250**	0	–15	15	11	8	15	11	15		10
250	**315**	0	–18	18	14	9	18	13	18		11
315	**400**	0	–20	20	15	10	20	13	20		13

Таблица 7.7 Наружное кольцо (Класс 4)

Единица измерения: μм (мкм)

Номинальный наружный диаметр D (мм)		Отклонение среднего наружного диаметра в одной плоскости Δ_{Dmp}		Отклонение наружного диаметра Δ_{DS}		Колебания наружного диаметра в единичной радиальной плоскости V_{Dp}		Колебания среднего наружного диаметра V_{Dmp}	Радиальное биение наружного кольца K_{ea}	Биение наружного кольца относительно внутреннего отверстия S_D	Биение поверхности наружного кольца относительно дорожки качения S_{ea}(1)	Отклонения ширины одинарного наружного кольца Δ_{Cs}	Колебания ширины наружного кольца V_{Cs}
						Серии диаметров							
						9	0, 2						
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.		макс.	макс.	макс.	макс.		макс.
6	**18**	0	– 4	0	– 4	4	3	2	3	4	5	Равняется значению внутреннего кольца (Δ_{Bs}) подшипника того же номера	2.5
18	**30**	0	– 5	0	– 5	5	4	2.5	4	4	5		2.5
30	**50**	0	– 6	0	– 6	6	5	3	5	4	5		2.5
50	**80**	0	– 7	0	– 7	7	5	3.5	5	4	5		3
80	**120**	0	– 8	0	– 8	8	6	4	6	5	6		4
120	**150**	0	– 9	0	– 9	9	7	5	7	5	7		5
150	**180**	0	–10	0	–10	10	8	5	8	5	8		5
180	**250**	0	–11	0	–11	11	8	6	10	7	10		7
250	**315**	0	–13	0	–13	13	10	7	11	8	10		7
315	**400**	0	–15	0	–15	15	11	8	13	10	13		8

(1) Применимо к шариковым подшипникам.

(2) Класс 3 является оригинальным классом точности NSK. Допустимое отклонение отверстия подшипника и диаметра наружного кольца: Класс 4. Другие допускаемые отклонения: Класс 2.

Примечания: 1. Предельное допустимое (максимальное) отклонение цилиндрического внутреннего диаметра, согласно указанным в таблице данным для непроходной стороны цилиндрического калибра, не обязательно соответствует расстоянию, в 1,2 раза превышающему размеры канавки *r* ((макс.) на поверхности кольца.

2. Стандарты ABMA ABEC5, ABEC7, и ABEC9 эквивалентны классам MOC (JIS) 5, 4 и 2 соответственно. Стандарты ABMA применимы к радиально-упорным шариковым подшипникам.

Таблица 7.8 Наружное кольцо (Класс 3) (2)

Единица измерения: µм (мкм)

Номинальный наружный диаметр D (мм)		Отклонение среднего наружного диаметра в одной плоскости Δ_{Dmp}		Отклонение наружного диаметра Δ_{Ds}		Колебания наружного диаметра в единичной радиальной плоскости V_{Dp}	Колебания среднего наружного диаметра V_{Dmp}	Радиальное биение наружного кольца K_{ea}	Биение наружного кольца относительно внутреннего отверстия S_D	Биение поверхности наружного кольца относительно дорожки качения S_{ea}(1)	Отклонения ширины одинарного наружного кольца Δ_{Cs}	Колебания ширины наружного кольцао V_{Cs}
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.	макс.	макс.	макс.	макс.		макс.
6	**18**	0	– 4	0	– 4	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	Равняется значению внутреннего кольца (Δ_{Bs}) подшипника того же номера	1.5
18	**30**	0	– 5	0	– 5	4	2	2.5	1.5	2.5		1.5
30	**50**	0	– 6	0	– 6	4	2	2.5	1.5	2.5		1.5
50	**80**	0	– 7	0	– 7	4	2	4	1.5	4		1.5
80	**120**	0	– 8	0	– 8	5	2.5	5	2.5	5		2.5
120	**150**	0	– 9	0	– 9	5	2.5	5	2.5	5		2.5
150	**180**	0	–10	0	–10	7	3.5	5	2.5	5		2.5
180	**250**	0	–11	0	–11	8	4	7	4	7		4
250	**315**	0	–13	0	–13	8	4	7	5	7		5
315	**400**	0	–15	0	–15	10	5	8	7	8		7

Таблица 7.9 Наружное кольцо (Класс 2)

Единица измерения: µм (мкм)

Номинальный наружный диаметр D (мм)		Отклонение среднего наружного диаметра в одной плоскости Δ_{Dmp}		Отклонение наружного диаметра Δ_{Ds}		Колебания наружного диаметра в единичной радиальной плоскости V_{Dp}	Колебания среднего наружного диаметра V_{Dmp}	Радиальное биение наружного кольца K_{ea}	Биение наружного кольца относительно внутреннего отверстия S_D	Биение поверхности наружного кольца относительно дорожки качения S_{ea}(1)	Отклонения ширины одинарного наружного кольца Δ_{Cs}	Колебания ширины наружного кольцао V_{Cs}
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.	макс.	макс.	макс.	макс.		макс.
6	**18**	0	– 2.5	0	– 2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	1.5	Равняется значению внутреннего кольца (Δ_{Bs}) подшипника того же номера	1.5
18	**30**	0	– 4	0	– 4	4	2	2.5	1.5	2.5		1.5
30	**50**	0	– 4	0	– 4	4	2	2.5	1.5	2.5		1.5
50	**80**	0	– 4	0	– 4	4	2	4	1.5	4		1.5
80	**120**	0	– 5	0	– 5	5	2.5	5	2.5	5		2.5
120	**150**	0	– 5	0	– 5	5	2.5	5	2.5	5		2.5
150	**180**	0	– 7	0	– 7	7	3.5	5	2.5	5		2.5
180	**250**	0	– 8	0	– 8	8	4	7	4	7		4
250	**315**	0	– 8	0	– 8	8	4	7	5	7		5
315	**400**	0	–10	0	–10	10	5	8	7	8		7

Наружное кольцо (Класс 4Y)

Таблица 7.11 Допуски наружного диаметра наружного кольца

Единица измерения: µм (мкм)

Номинальный наружный диаметр (мм)		Класс 4		Класс 4Y (Контролируется по среднему значению)	
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка
50	**80**	0	– 7	–2	–6
80	**120**	0	– 8	–2	–6
120	**150**	0	– 9	–3	–7
150	**180**	0	–10	–3	–7
180	**200**	0	–11	–4	–9
200	**215 и менее**	0	–11	–2	–9

* Допуски подшипников с наружным диаметром менее 50мм совпадают с указанными значениями для подшипников с наружным диаметром 50–80мм.
Класс 4Y – собственный стандарт точности NSK, по которому допуски внутреннего диаметра и диаметра наружного кольца подшипника относятся к специальному классу (контролируются относительно среднего значения), а все прочие допуски – класс 4. Точность хода класса 4Y совпадает с показателем класса 4, но с более узким диапазоном допусков внутреннего и наружного диаметров, чем у класса 4. Подходит для универсальной комбинации подшипников.

Допустимые отклонения конических внутренних отверстий цилиндрических роликовых подшипников

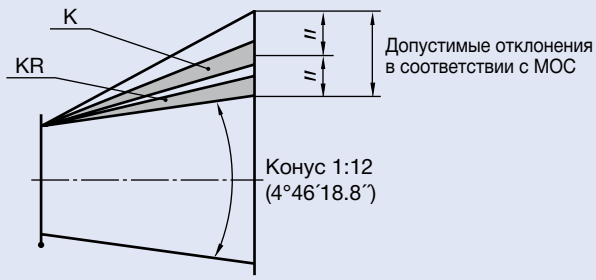
Допустимые отклонения конических внутренних отверстий

Точность внутреннего диаметра цилиндрических роликовых подшипников с коническим внутренним отверстием определяется стандартом МОС. Однако диапазон допустимых отклонений по этому стандарту довольно велик. Поэтому для своих цилиндрических роликовых подшипников прецизионного класса компания NSK установила допустимые отклонения более узкого диапазона.

Обычно, однако, выпускаются и два угла конуса с допусками, определенными стандартом МОС (см. рис. 7.2).

(Компания NSK прекратила производство цилиндрических роликоподшипников с коническим отверстием K и производит только с коническим отверстием KR.)

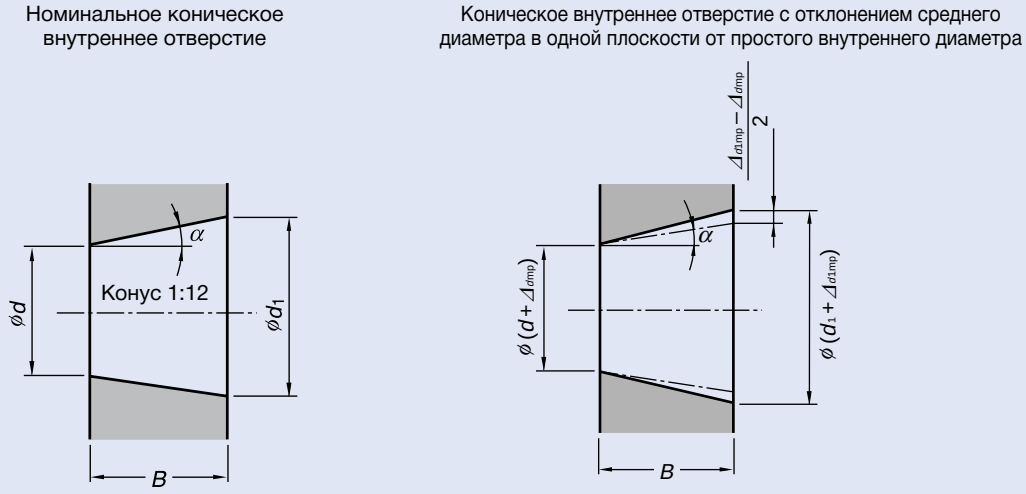
Рис. 7.2 Допустимые отклонения



KR : Принятые NSK допустимые отклонения конического внутреннего отверстия имеют очень узкий диапазон, располагающийся в пределах полусуммы крайних значений стандарта МОС. Допустимые отклонения размерности внутреннего отверстия совпадают с указанными в стандарте МОС.

K : Разработанные недавно допустимые отклонения конических внутренних отверстий имеют очень узкий диапазон, располагающийся близ нижней границы диапазона стандарта МОС. Диапазон NSK более узок по сравнению с МОС, что значительно облегчает сборку.

Рис. 7.3 Допустимые отклонения конического внутреннего отверстия



d : Номинальный внутренний диаметр

d_1 : Теоретическое большое отверстие на конце конуса

$d_1 = d + \frac{1}{12}B$

Δ_{dmp} : Отклонение среднего диаметра отверстия в одной плоскости для теоретического малого отверстия на конце конуса

Δ_{d1mp} : Отклонение среднего диаметра отверстия в одной плоскости для теоретического большого отверстия на конце конуса

B : Номинальная ширина внутреннего кольца

α : Половина угла конуса конического внутреннего отверстия

α=2°3´9.4´´

=2.38594°

=0.041643 rad

Таблица 7.10 Конические внутренние отверстия KR

Единица измерения: μм (мкм)

d (мм)		Δ_{dmp}		(Для справки) (2) $\Delta_{d1mp}-\Delta_{dmp}$		V_{dp}(1)
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.
18	**30**	+13	0	+3	0	4
30	**50**	+16	0	+3	0	5
50	**80**	+19	0	+4	0	6
80	**120**	+22	0	+5	0	7
120	**180**	+25	0	+7	0	9
180	**250**	+29	0	+9	0	12

(1) Отклонение внутреннего диаметра в одной радиальной плоскости, применимое ко всем радиальным плоскостям конических внутренних отверстий.

(2) Допустимое отклонение угла конусности, 4°6´18.8´´ $^{+25''}_{0}$

Таблица 7.11 Конические внутренние отверстия K

Единица измерения: μм (мкм)

d (мм)		Δ_{dmp}		$\Delta_{d1mp}-\Delta_{dmp}$		V_{dp}(1)
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.
18	**30**	+21	0	+21	0	4
30	**50**	+25	0	+25	0	5
50	**80**	+30	0	+30	0	6
80	**120**	+35	0	+35	0	7
120	**180**	+40	0	+40	0	9
180	**250**	+46	0	+46	0	12
250	**315**	+52	0	+52	0	14
315	**400**	+57	0	+57	0	16
400	**500**	+63	0	+63	0	18

(1) Отклонение внутреннего диаметра в единичной радиальной плоскости, применимое ко всем радиальным плоскостям конических внутренних отверстий.

Допуски упорно-радиальных шарикоподшипников

Допуски высокоскоростных упорно-радиальных шарикоподшипников {Класс 4A ([1]) типов BAR и BTR}

Таблица 7.14 Внутреннее кольцо

Единица измерения: μм (мкм)

Номинальный внутренний диаметр d (мм)		Отклонения среднего диаметра отверстия в единичной плоскости Δ_{dmp}		Отклонения единичного внутреннего диаметра Δ_{ds}		Колебания диаметра отверстия в единичной радиальной плоскости V_{dp} Серии диаметров		Колебания среднего диаметра отверстия V_{dmp}	Радиальное биение внутреннего кольца K_{ia}	Биение внутреннего кольца относительно внутреннего отверстия S_d	Биение поверхности внутреннего кольца относительно дорожки качения S_{ia}	Колебания ширины внутреннего кольца V_{Bs}	Отклонения ширины одинарного внутреннего кольца Δ_{Bs} (Δ_{Cs})	
						9	0							
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.	макс.	макс.	макс.	макс.	макс.	макс.	высшая точка	низшая точка
–	**50**	0	– 6	0	– 6	6	5	3	4	4	4	3	0	– 300
50	**80**	0	– 7	0	– 7	7	5	3.5	4	5	5	4	0	– 500
80	**120**	0	– 8	0	– 8	8	6	4	5	5	5	4	0	– 500
120	**150**	0	–10	0	–10	10	8	5	6	6	7	5	0	– 750
150	**180**	0	–10	0	–10	10	8	5	6	6	7	5	0	– 750
180	**250**	0	–12	0	–12	12	9	6	8	7	8	6	0	–1 000

Таблица 7.15 Наружное кольцо

Единица измерения: μм (мкм)

Номинальный внешний диаметр D (мм)		Отклонения среднего диаметра отверстия в единичной плоскости Δ_{dmp}		Отклонение наружного диаметра Δ_{Ds}		Колебания диаметра отверстия в единичной радиальной плоскости V_{Dp} Серии диаметров		Колебания среднего диаметра отверстия V_{Dmp}	Радиальное биение наружного кольца K_{ea}	Отклонение от перпендикулярности образующей наружной поверхности относительно торца S_D	Биение поверхности наружного кольца относительно дорожки качения S_{ea}	Отклонение ширины кольца подшипника V_{Cs}
						9	0					
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.	макс.	макс.	макс.	макс.	макс.	макс.
–	**80**	–30	–37	–30	–37	7	5	3.5	5	4	5	3
80	**120**	–40	–48	–40	–48	8	6	4	6	5	6	4
120	**150**	–50	–59	–50	–59	9	7	5	7	5	7	5
150	**180**	–50	–60	–50	–60	10	8	5	8	5	8	5
180	**250**	–50	–61	–50	–61	11	8	6	10	7	10	7
250	**315**	–60	–73	–60	–73	13	10	7	11	8	10	7

([1]) Спецификация NSK. Соответствует классу MOC 4, за исключением допустимого отклонения наружного диаметра наружного кольца.

Допуски упорно-радиальных шарикоподшипников двустороннего действия {Класс 7 ([2]) типа TAC}

Таблица 7.16 Допустимые отклонения внутреннего и наружного колец и высоты подшипника

Единица измерения: μм (мкм)

Номинальный внутренний диаметр d (мм)		Отклонение единичного внутреннего диаметра Δ_{ds}		Отклонение действительной высоты подшипника Δ_{Ts}		Радиальное биение внутреннего кольца подшипника (Наружное кольцо) в сборке K_{ia} (K_{ea})	Биение внутреннего кольца относительно внутреннего отверстия S_d	Биение поверхности кольца (Наружное кольцо) относительно дорожки качения S_{ia}(S_{ea})
свыше	включит.	высшая точка	dolna	высшая точка	низшая точка	макс.	макс.	макс.
–	**30**	0	– 5	0	– 300	5	4	3
30	**50**	0	– 5	0	– 400	5	4	3
50	**80**	0	– 8	0	– 500	6	5	5
80	**120**	0	– 8	0	– 600	6	5	5
120	**180**	0	–10	0	– 700	8	8	5
180	**250**	0	–13	0	– 800	8	8	6
250	**315**	0	–15	0	– 900	10	10	6
315	**400**	0	–18	0	–1200	10	12	7

([2]) Спецификация NSK.

Таблица 7.17 Допустимые отклонения наружного кольца

Единица измерения: μм (мкм)

Номинальный наружный диаметр D (мм)		Отклонение единичного наружного диаметра Δ_{Ds}	
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка
30	**50**	–25	– 41
50	**80**	–30	– 49
80	**120**	–36	– 58
120	**180**	–43	– 68
180	**250**	–50	– 79
250	**315**	–56	– 88
315	**400**	–62	– 98
400	**500**	–68	–108
500	**630**	–76	–120

Допустимые отклонения радиально-упорных шариковых подшипников для опор шаровинтовых пар

Применения в станочном оборудовании

Таблица 7.18 Серия TAC B

Единица измерения: μm (мкм)

Номинальный внутренний или внешний диаметр (мм)		Отклонение внутреннего диаметра				Отклонение наружного диаметра				Отклонение ширины внутреннего кольца		Биение внутреннего или внешнего кольца относительно дорожки качения
		Классы допустимых отклонений				Классы допустимых отклонений				Классы допустимых отклонений		Классы допустимых отклонений
		PN7A		PN7B		PN7A		PN7B		PN7A PN7B		PN7A PN7B
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.
10	**18**	0	–4	0	–4	–	–	–	–	0	–120	2.5
18	**30**	0	–5	0	–4	–	–	–	–	0	–120	2.5
30	**50**	0	–6	0	–4	0	–6	0	–4	0	–120	2.5
50	**80**	0	–7	0	–5	0	–7	0	–5	0	–150	2.5
80	**120**	0	–8	0	–6	0	–8	0	–6	0	–200	2.5

Примечание: Отклонение ширины наружного кольца совпадает с отклонением ширины внутреннего кольца того же подшипника.

Стандартным классом допустимых отклонений для этих подшипников является PN7A. Он соответствует ISO классу 4 для радиальных шариковых подшипников, но для измерения биения внутреннего и наружного колец используются более точные значения.

Более жесткий класс PN7B применяется к допустимым отклонениям размеров внутренних и внешних диаметров однорядных универсальных компоновок подшипников (SU).

Для применения в электрических термопластоавтоматах

Таблица 7.19 Серия TAC 02 и 03

Единица измерения: μm (мкм)

Номинальный внутренний или внешний диаметр (мм)		Отклонение внутреннего диаметра		Отклонение наружного диаметра		Отклонение ширины внутреннего кольца		Биение внутреннего или внешнего кольца относительно дорожки качения
		Классы допусков						
		PN5D						
свыше	включит.	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	высшая точка	низшая точка	макс.
10	**18**	0	– 5	–	–	0	– 80	5
18	**30**	0	– 6	–	–	0	–120	5
30	**50**	0	– 8	0	– 7	0	–120	8
50	**80**	0	– 9	0	– 9	0	–150	8
80	**120**	0	–10	0	–10	0	–200	8
120	**150**	–	–	0	–11	–	–	–
150	**180**	–	–	0	–13	–	–	–
180	**250**	–	–	0	–15	–	–	–
250	**315**	–	–	0	–18	–	–	–

Примечание: Отклонение ширины наружного кольца совпадает с отклонением ширины внутреннего кольца того же подшипника.

Стандартным классом допустимых отклонений для этих подшипников является PN5D. Он соответствует ISO классу 5 для радиальных шариковых подшипников, измерения биения внутреннего и наружного колец используются более точные значения.

Посадка вала и корпуса

Крайне важно, чтобы вал и корпус сопрягались аккуратно и точно, ведь только при таком условии возможно максимальное использование всех характеристик прецизионных подшипников, среди которых точность вращения, высокая скорость работы и низкий уровень тепловыделения. При закреплении внутреннего или наружного колец на вале или в корпусе при каком-либо натяге форма вала или корпуса (овальность) переходит на поверхности дорожек качения подшипника и влияет на точность хода. При использовании различных типов радиально-упорных шариковых подшипников цилиндричность воздействует на распределение преднатяга на каждый подшипник.

Таким образом, сопрягать детали следует со всей возможной точностью. Неточность сопряжения компонентов может вызвать образование заострений и выступов по длине вала прецизионного токарного станка, что повлияет на качество готовых изделий.

Таблица 8.1 Посадки на вал (1)

Тип подшипника	Наружный диаметр вала (мм)		Допустимые отклонения наружного диаметра вала (2) (мм)		Заданный натяг (2) (4) (мм)	
	свыше	включит.	мин.	макс.	мин.	макс.
Подшипники для шпинделей станочного оборудования (3)	**10**	**18**	–0.003	0	0	0.002 T
	18	**50**	–0.004	0	0	0.0025T
	50	**80**	–0.005	0	0	0.003 T
	80	**120**	–0.003	0.003	0	0.004 T
	120	**180**	–0.004	0.004	0	0.004 T
	180	**250**	–0.005	0.005	0	0.005 T
Упорно-радиальный шариковый подшипник для опоры шаровинтовой пары	**10**	**18**	–0.008	0	–	–
	18	**30**	–0.009	0	–	–
	30	**50**	–0.011	0	–	–
	50	**80**	–0.013	0	–	–
	80	**120**	–0.015	0	–	–

Таблица 8.2 Посадки на корпус (1)

Тип подшипника	Наружный диаметр корпуса (мм)		Допустимое отклонение внутреннего диаметра корпуса (2) (мм)		Заданный натяг (2) (4) (мм)	
	свыше	включит.	мин.	макс.	мин.	макс.
Радиально-упорный шариковый подшипник (зафиксированный конец)	**18**	**50**	–0.002	0.002	0.002L	0.006L
	50	**80**	–0.0025	0.0025	0.002L	0.006L
	80	**120**	–0.003	0.003	0.003L	0.008L
	120	**180**	–0.004	0.004	0.003L	0.008L
	180	**250**	–0.005	0.005	0.005L	0.010L
Радиально-упорный шариковый подшипник (свободный конец)	**18**	**50**	0	0.004	0.006L	0.011L
	50	**80**	0	0.005	0.006L	0.011L
	80	**120**	0	0.006	0.009L	0.015L
	120	**180**	0	0.008	0.009L	0.015L
	180	**250**	0	0.010	0.015L	0.022L
Цилиндрический роликовый подшипник	**18**	**50**	–0.006	0	0.002L	0.002T
	50	**80**	–0.007	0	0.002L	0.002T
	80	**120**	–0.008	0	0.002L	0.002T
	120	**180**	–0.009	0	0.002L	0.002T
	180	**250**	–0.011	0	0.002L	0.002T
Упорно-радиальный шариковый подшипник для опоры шаровинтовой пары	**10**	**18**	–	–	–	–
	18	**30**	–	–	–	–
	30	**50**	0	0.016	–	–
	50	**80**	0	0.019	–	–
	80	**120**	0	0.022	–	–

(1) Приведенные выше данные о посадке являются общими рекомендациями для шпинделей станочного оборудования, работающих в нормальных эксплуатационных условиях и при значении $d_m n$, не превышающем 800 000. За сведениями о высоких скоростях, больших нагрузках или вращении наружного кольца обратитесь в компанию NSK.

(2) Используйте значение заданного натяга при возможности совмещения подшипника с валом или корпусом. В противном случае используйте значение наружного диаметра вала, а также минимальное и максимальное значения внутреннего диаметра корпуса для произвольного совмещения.

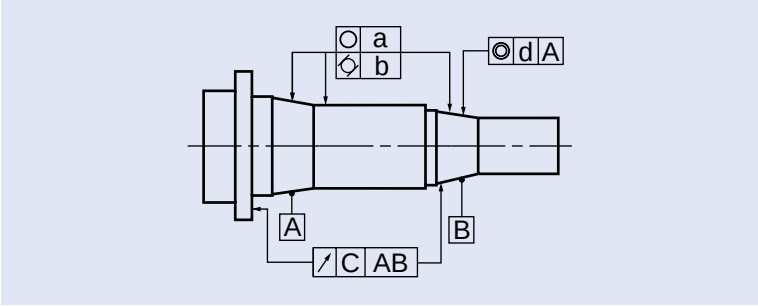
(3) Относится к радиально-упорным шариковым подшипникам: 70XX, 79XX, 72XX, BNR и BER
Упорно-радиальные шарикоподшипники: BAR, BTR и TAC
Цилиндрические шариковые подшипники: N10XX, NN30XX, NN39XX, NN49XX и NNU49XX.

(4) T = натяг или жесткая посадка
L = зазор или свободная посадка.

Если конус внутреннего кольца двухрядного цилиндрического роликового подшипника с коническим внутренним отверстием не совпадает с конусом вала, то остаточный зазор для двух рядов будет различаться.

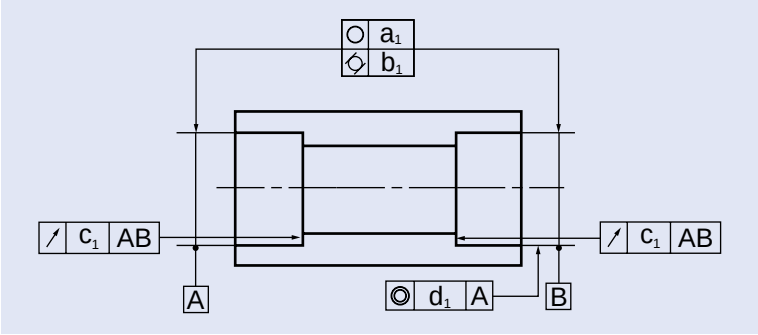
Отсюда следует, что нагрузка не будет поддерживаться нормальным образом и вызовет снижение жесткости или неравномерность движения роликов вследствие сужения канавки внутреннего кольца. Мы рекомендуем Вам калибровать конические детали, предназначенные для сопряжения с подшипниками. Контакт должен покрыть более 80% общей площади поверхности, окрашенной в синий цвет. Данные о рекомендуемой степени точности и неровности поверхности посадочных мест подшипника приведены в таблицах ниже.

Таблица 8.3 Допустимые отклонения и средняя неровность валов



Диаметр вала (мм)		Степени точности и средняя неровность (μm)									
		Овальность (○)		Цилиндричность (⌭)		Биение (↗)		Соосность (◎)		Шероховатость	
		a		b		c		d		R_a	
		Точность подшипника		Точность подшипника		Точность подшипника		Точность подшипника		Точность подшипника	
свыше	включит.	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2
–	**10**	0.7	0.5	0.7	0.5	2	1.2	4	2.5	0.2	0.1
10	**18**	1	0.6	1	0.6	2.5	1.5	5	3	0.2	0.1
18	**30**	1.2	0.7	1.2	0.7	3	2	6	4	0.2	0.1
30	**50**	1.2	0.7	1.2	0.7	3.5	2	7	4	0.2	0.1
50	**80**	1.5	1	1.5	1	4	2.5	8	5	0.2	0.1
80	**120**	2	1.2	2	1.2	5	3	10	6	0.4	0.2
120	**180**	2.5	1.7	2.5	1.7	6	4	12	8	0.4	0.2
180	**250**	3.5	2.2	3.5	2.2	7	5	14	10	0.4	0.2
250	**315**	4	3	4	3	8	6	16	12	0.4	0.2

Таблица 8.4 Допустимые отклонения и средняя неровность корпусов



Внутренний диаметр корпуса (мм)		Степени точности и средняя неровность (μm)									
		Овальность (○)		Цилиндричность (⌭)		Биение (↗)		Соосность (◎)		Шероховатость	
		a_1		b_1		c_1		d_1		R_a	
		Точность подшипника		Точность подшипника		Точность подшипника		Точность подшипника		Точность подшипника	
свыше	включит.	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2	P5, P4	P3, P2
10	**18**	1	0.6	1	0.6	2.5	1.5	5	3	0.4	0.2
18	**30**	1.2	0.7	1.2	0.7	3	2	6	4	0.4	0.2
30	**50**	1.2	0.7	1.2	0.7	3.5	2	7	4	0.4	0.2
50	**80**	1.5	1	1.5	1	4	2.5	8	5	0.4	0.2
80	**120**	2	1.2	2	1.2	5	3	10	6	0.8	0.4
120	**180**	2.5	1.7	2.5	1.7	6	4	12	8	0.8	0.4
180	**250**	3.5	2.2	3.5	2.2	7	5	14	10	0.8	0.4
250	**315**	4	3	4	3	8	6	16	12	1.6	0.8
315	**400**	4.5	3.5	4.5	3.5	9	6.5	18	13	1.6	0.8

Размеры заплечиков вала и корпуса

Таблица 8.5 Размеры заплечиков вала и корпуса радиально-упорных шариковых подшипников

Единица измерения: мм

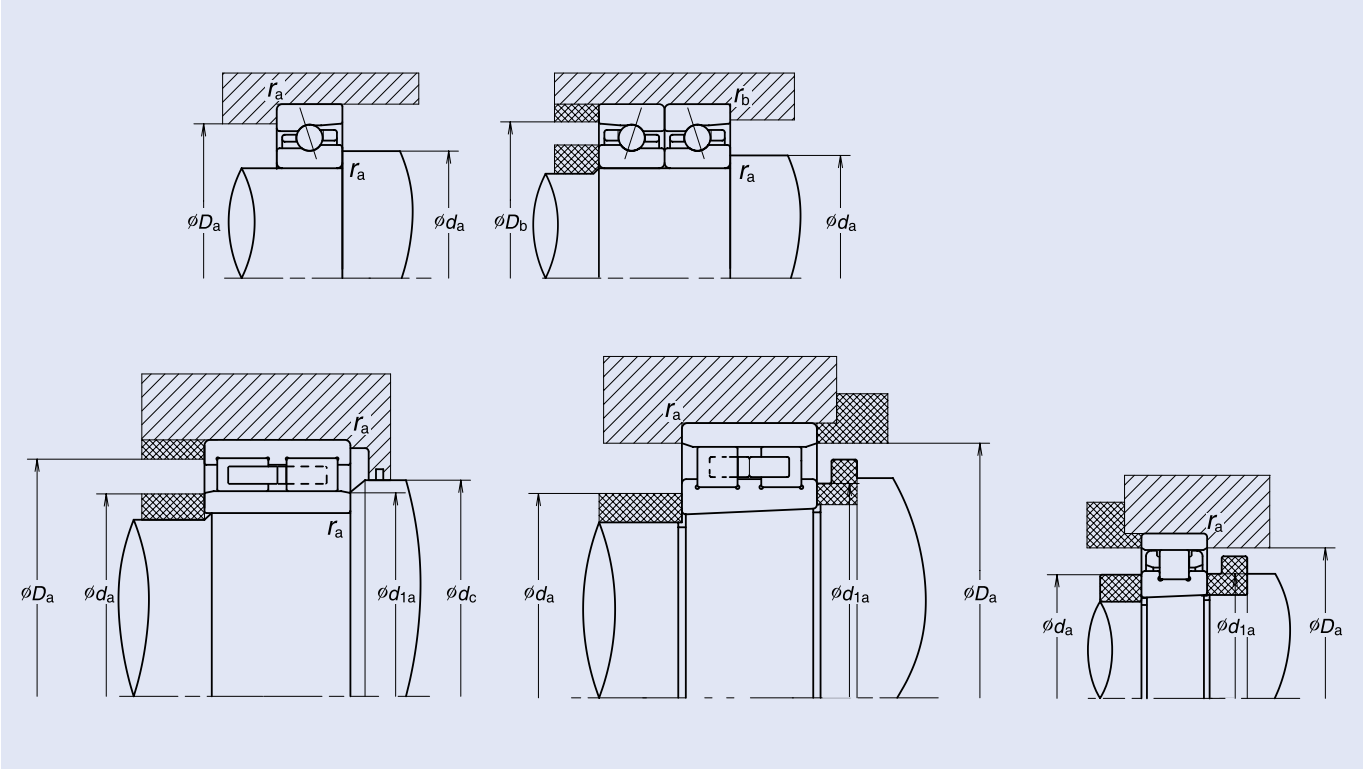
Номинальный внутренний диаметр	Размерные серии 19 79XX, BNR19, BER19, BAR19, BTR19, BGR19, TAC29X					Размерные серии 10 70XX, BNR10, BER10, BAR10, BTR10, BGR10, TAC20X					Размерные серии 02 72XX, BGR02				
	d_a (мин)	D_a (макс.)	D_b (макс.)	r_a (макс.)	r_b (макс.)	d_a (мин)	D_a (макс.)	D_b (макс.)	r_a (макс.)	r_b (макс.)	d_a (мин)	D_a (макс.)	D_b (макс.)	r_a (макс.)	r_b (макс.)
5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7.5	13.5	–	0.3	–
6	–	–	–	–	–	8.5	14.5	–	0.3	–	8.5	16.5	–	0.3	–
7	–	–	–	–	–	9.5	16.5	–	0.3	–	–	–	–	–	–
8	–	–	–	–	–	10.5	19.5	–	0.3	–	10.5	21.5	–	0.3	–
10	12.5	19.5	20.8	0.3	0.15	12.5	23.5	24.8	0.3	0.15	15	25	27.5	0.6	0.3
12	14.5	21.5	22.8	0.3	0.15	14.5	25.5	26.8	0.3	0.15	17	27	29.5	0.6	0.3
15	17.5	25.5	26.8	0.3	0.15	17.5	29.5	30.8	0.3	0.15	20	30	32.5	0.6	0.3
17	19.5	27.5	28.8	0.3	0.15	19.5	32.5	33.8	0.3	0.15	22	35	37.5	0.6	0.3
20	22.5	34.5	35.8	0.3	0.15	25	37	39.5	0.6	0.3	26	41	42	1.0	0.5
25	27.5	39.5	40.8	0.3	0.15	30	42	44.5	0.6	0.3	31	46	47	1.0	0.5
30	32.5	44.5	45.8	0.3	0.15	36	49	50	1.0	0.5	36	56	57	1.0	0.5
35	40	50	52.5	0.6	0.3	41	56	57	1.0	0.5	42	65	67	1.0	0.6
40	45	57	59.5	0.6	0.3	46	62	63	1.0	0.5	47	73	75	1.0	0.6
45	50	63	65.5	0.6	0.3	51	69	70	1.0	0.5	52	78	80	1.0	0.6
50	55	67	69.5	0.6	0.3	56	74	75	1.0	0.5	57	83	85	1.0	0.6
55	61	74	75	1.0	0.5	62	83	85	1.0	0.6	64	91	94	1.5	0.8
60	66	79	80	1.0	0.5	67	88	90	1.0	0.6	69	101	104	1.5	0.8
65	71	84	85	1.0	0.5	72	93	95	1.0	0.6	74	111	114	1.5	0.8
70	76	94	95	1.0	0.5	77	103	105	1.0	0.6	79	116	119	1.5	0.8
75	81	99	100	1.0	0.5	82	108	110	1.0	0.6	84	121	124	1.5	0.8
80	86	104	105	1.0	0.5	87	118	120	1.0	0.6	90	130	134	2.0	1.0
85	92	113	115	1.0	0.6	92	123	125	1.0	0.6	95	140	144	2.0	1.0
90	97	118	120	1.0	0.6	99	131	134	1.5	0.8	100	150	154	2.0	1.0
95	102	123	125	1.0	0.6	104	136	139	1.5	0.8	107	158	163	2.0	1.0
100	107	133	135	1.0	0.6	109	141	144	1.5	0.8	112	168	173	2.0	1.0
105	112	138	140	1.0	0.6	115	150	154	2.0	1.0	117	178	183	2.0	1.0
110	117	143	145	1.0	0.6	120	160	164	2.0	1.0	122	188	193	2.0	1.0
120	127	158	160	1.0	0.6	130	170	174	2.0	1.0	132	203	208	2.0	1.0
130	139	171	174	1.5	0.8	140	190	194	2.0	1.0	144	216	223	2.5	1.0
140	149	181	184	1.5	0.8	150	200	204	2.0	1.0	154	236	243	2.5	1.0
150	160	200	204	2.0	1.0	162	213	218	2.0	1.0	164	256	263	2.5	1.0
160	170	210	214	2.0	1.0	172	228	233	2.0	1.0	174	276	283	2.5	1.0
170	180	220	224	2.0	1.0	182	248	253	2.0	1.0	188	292	301	3.0	1.5
180	190	240	244	2.0	1.0	192	268	273	2.0	1.0	198	302	311	3.0	1.5
190	200	250	254	2.0	1.0	202	278	283	2.0	1.0	208	322	331	3.0	1.5
200	212	268	273	2.0	1.0	212	298	303	2.0	1.0	218	342	351	3.0	1.5
220	242	282	287	2.0	1.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
240	263	301	306	2.0	1.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
260	283	341	345	2.0	1.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
280	304	360	365	2.0	1.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблица 8.6 Размеры заплечиков вала и корпуса цилиндрических роликовых подшипников

Единица измерения: мм

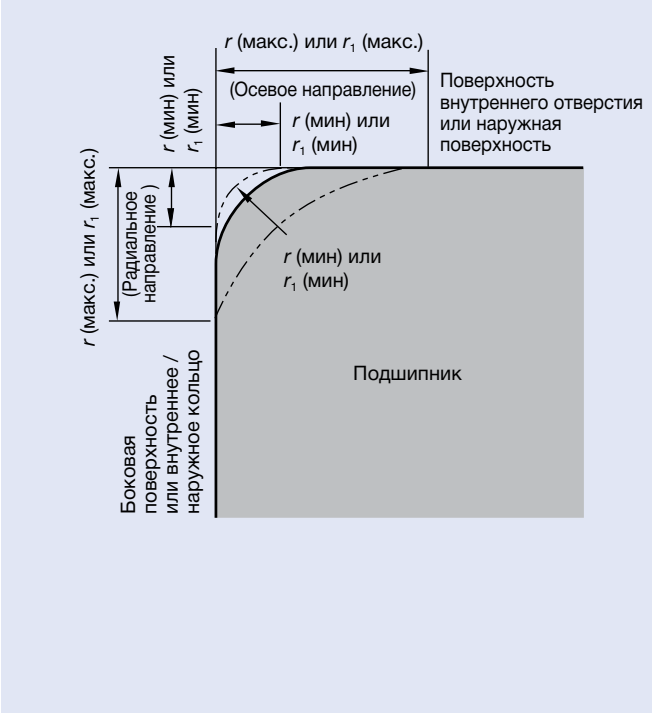
Номинальный внутренний диаметр	Размерные серии 19 NN39, NN49, NNU49						Размерные серии 10 (Двурядные) NN30XX					Размерные серии 10 (Однорядные) N10XX				
	d_a (мин)	d_{1a} (мин)	d_c (мин)	D_a (макс.)	D_a (мин)	r_a (макс.)	d_a (мин)	d_{1a} (мин)	D_a (макс.)	D_a (мин)	r_a (макс.)	d_a (мин)	d_{1a} (мин)	D_a (макс.)	D_a (мин)	r_a (макс.)
25	–	–	–	–	–	–	29	29	43	42	0.6	–	–	–	–	–
30	–	–	–	–	–	–	35	36	50	50	1.0	35	36	51	49	0.5
35	–	–	–	–	–	–	40	41	57	56	1.0	40	41	57	56	0.5
40	–	–	–	–	–	–	45	46	63	62	1.0	45	46	63	62	0.6
45	–	–	–	–	–	–	50	51	70	69	1.0	50	51	70	69	0.6
50	–	–	–	–	–	–	55	56	75	74	1.0	55	56	75	74	0.6
55	–	–	–	–	–	–	61.5	62	83.5	83	1.0	61.5	61	83.5	83	1.0
60	–	–	–	–	–	–	66.5	67	88.5	88	1.0	66.5	66	88.5	88	1.0
65	–	–	–	–	–	–	71.5	72	93.5	93	1.0	71.5	71	93.5	93	1.0
70	–	–	–	–	–	–	76.5	77	103.5	102	1.0	76.5	76	103.5	102	1.0
75	–	–	–	–	–	–	81.5	82	108.5	107	1.0	81.5	81	108.5	107	1.0
80	–	–	–	–	–	–	86.5	87	118.5	115	1.0	86.5	86	118.5	115	1.0
85	–	–	–	–	–	–	91.5	92	123.5	120	1.0	91.5	91	123.5	120	1.0
90	–	–	–	–	–	–	98	99	132	129	1.5	98	97	132	129	1.0
95	–	–	–	–	–	–	103	104	137	134	1.5	103	102	137	134	1.0
100	106.5	108	115	133.5	131	1.0	108	109	142	139	1.5	108	107	142	139	1.0
105	111.5	113	120	138.5	136	1.0	114	115	151	148	2.0	114	114	151	148	1.0
110	116.5	118	125	143.5	141	1.0	119	121	161	157	2.0	119	119	161	157	1.0
120	126.5	128	137	158.5	154.5	1.0	129	131	171	167	2.0	129	129	171	167	1.0
130	138	140	148	172	169	1.5	139	141	191	185	2.0	139	140	191	185	1.0
140	148	150	158	182	180	1.5	149	151	201	195	2.0	149	150	203.5	194	1.0
150	159	162	171	201	197	2.0	161	162	214	209	2.0	–	–	–	–	–
160	169	172	182	211	207	2.0	171	172	229	222	2.0	–	–	–	–	–
170	179	182	192	221	217	2.0	181	183	249	239	2.0	–	–	–	–	–
180	189	193	205	241	234	2.0	191	193	269	258	2.0	–	–	–	–	–
190	199	203	217	251	245.5	2.0	201	203	279	268	2.0	–	–	–	–	–
200	211	214	228	269	261	2.0	211	214	299	285	2.0	–	–	–	–	–
220	231	234	–	289	281	2.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
240	251	254	–	309	302	2.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
260	271	275	–	349	338	2.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
280	291	295	–	369	358	2.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Рис. 8.1 Изображение размеров заплечиков вала и корпуса



Предельные размеры фаски и радиус закругления вала или корпуса

Рис. 8.2 Размеры фаски



Примечание: Точная форма закругленных поверхностей не устанавливается, но их сечение в осевой плоскости не должно перекрывать дугу радиуса r (мин) или r_1 (мин), соприкасающуюся с боковой поверхностью внутреннего кольца и поверхностью внутреннего отверстия или с боковой поверхностью наружного кольца и наружной поверхностью.

Таблица 8.7 Предельные размеры закругления

Единица измерения: мм

Допустимое закругление внутреннего/наружного колец r (мин) или r_1 (мин)	Номинальный внутренний диаметр d		Допустимое закругление внутреннего/наружного колец r (макс.) или r_1 (макс.)		Справочные данные: Радиус закругления вала или корпуса r_a
	свыше	включит.	Радиальное направление	Осевое направление (1)	макс.
0.05	–	–	0.1	0.2	0.05
0.08	–	–	0.16	0.3	0.08
0.1	–	–	0.2	0.4	0.1
0.15	–	–	0.3	0.6	0.15
0.2	–	–	0.5	0.8	0.2
0.3	–	40	0.6	1	0.3
0.3	40	–	0.8	1	0.3
0.6	–	40	1	2	0.6
0.6	40	–	1.3	2	0.6
1	–	50	1.5	3	1
1	50	–	1.9	3	1
1.1	–	120	2	3.5	1
1.1	120	–	2.5	4	1
1.5	–	120	2.3	4	1.5
1.5	120	–	3	5	1.5

Единица измерения: мм

Допустимое закругление внутреннего/наружного колец r (мин) или r_1 (мин)	Номинальный внутренний диаметр d		Допустимое закругление внутреннего/наружного колец r (макс.) или r_1 (макс.)		Справочные данные: Радиус закругления вала или корпуса r_a
	свыше	включит.	Радиальное направление	Осевое направление (1)	макс.
2	–	80	3	4.5	2
2	80	220	3.5	5	2
2	220	–	3.8	6	2
2.1	–	280	4	6.5	2
2.1	280	–	4.5	7	2
2.5	–	100	3.8	6	2
2.5	100	280	4.5	6	2
2.5	280	–	5	7	2
3	–	280	5	8	2.5
3	280	–	5.5	8	2.5
4	–	–	6.5	9	3
5	–	–	8	10	4
6	–	–	10	13	5
7.5	–	–	12.5	17	6
9.5	–	–	15	19	8
12	–	–	18	24	10
15	–	–	21	30	12
19	–	–	25	38	15

(1) Для подшипников с номинальной шириной менее 2 мм значение r (макс.) в осевом направлении совпадает с аналогичным значением в радиальном направлении.

Размеры дистанционных колец

Размеры стандартных дистанционных колец для радиально-упорных шарикоподшипников (серии 19, 29, 10, 20 и 02) приведены ниже:

Дополнительные сведения:

Материал дистанционного кольца: Сталь (SUJ2) или сталь S ✻✻ C

При использовании дистанционных колец отклонение от параллельности их торцевых поверхностей не должно превышать 0,003 мм.

Серия 19 или 29

Стандартные дистанционные кольца для размерной серии 19 или 29 (79, BNR19, BER19, BNR29, BER29, BGR19)

Единица измерения: мм

Номера внутренних диаметров	Номинальный внутренний диаметр	Наружный диаметр	Дистанционное кольцо наружного кольца		Дистанционное кольцо внутреннего кольца		Фаска дистанционного кольца
			Наружный диаметр (1)	Внутреннее отверстие	Наружный диаметр	Внутреннее отверстие (2)	
00	10	22	21.5	17.5	14.5	10.5	0.2
01	12	24	23.5	19.5	16.5	12.5	0.2
02	15	28	27.5	23.5	19.5	15.5	0.2
03	17	30	29.5	25.5	21.5	17.5	0.2
04	20	37	36.5	31.5	26	20.5	0.2
05	25	42	41.5	36	31	25.5	0.2
06	30	47	46.5	41	36	30.5	0.2
07	35	55	54.5	48	42	35.5	0.3
08	40	62	61.5	54.5	47.5	40.5	0.3
09	45	68	67.5	60	53	45.5	0.3
10	50	72	71.5	66	56	50.5	0.3
11	55	80	79.5	72	64	55.5	0.5
12	60	85	84.5	77	68	60.5	0.5
13	65	90	89.5	82	73	65.5	0.5
14	70	100	99.5	91.5	79	70.5	0.5
15	75	105	104.5	96.5	84	75.5	0.5
16	80	110	109.5	101.5	89.5	80.5	0.5
17	85	120	119.5	110	95	85.5	0.5
18	90	125	124.2	116	100	90.5	0.5
19	95	130	129.2	120	106	95.5	0.5
20	100	140	139.2	129	112	100.5	0.5
21	105	145	144.2	133	117	105.5	0.5
22	110	150	149.2	138	122	110.5	0.5
24	120	165	164.2	152	133	120.5	0.5
26	130	180	179.2	166	144	130.8	0.8
28	140	190	189.2	176	154	140.8	0.8
30	150	210	209.2	193	167	150.8	1.0
32	160	220	219.2	213	175	160.8	1.0
34	170	230	229.2	214	188	170.8	1.0
36	180	250	249.2	231	200	180.8	1.0
38	190	260	259.2	242	206	190.8	1.0
40	200	280	279.2	255	225	200.8	1.0

(1) Что касается дистанционных колец наружного кольца, эксплуатируемых в условиях смазывания масляным туманом или струйным смазыванием, величина внешнего диаметра дистанционного наружного кольца совпадает с величиной наружного диаметра подшипника. Рекомендуется сохранять ее в пределах допуска g5 и точнее.

(2) При работе на высоких скоростях, когда значение $d_m n$ превышает 700 тысяч, величина внутреннего диаметра дистанционного внутреннего кольца совпадает с величиной внутреннего диаметра подшипника. Рекомендуется сохранять ее в пределах допуска F6 и точнее.

Дополнительные сведения:

Материал дистанционного кольца: Сталь (SUJ2) или сталь S ✻✻ C

При использовании дистанционных колец отклонение от параллельности их торцевых поверхностей не должно превышать 0,003 мм.

Серия 10 или 20

Стандартные дистанционные кольца для размерной серии 10 или 20 (70, BNR10, BER10, BNR20, BER20, BGR10)

Единица измерения: мм

Номера внутренних диаметров	Номинальный внутренний диаметр	Наружный диаметр	Дистанционное кольцо наружного кольца		Дистанционное кольцо внутреннего кольца		Фаска дистанционного кольца
			Наружный диаметр (1)	Внутреннее отверстие	Наружный диаметр	Внутреннее отверстие (2)	
00	10	26	25.5	21.5	14.5	10.5	0.2
01	12	28	27.5	23.5	17	12.5	0.2
02	15	32	31.5	27	20	15.5	0.2
03	17	35	34.5	29.5	23	17.5	0.2
04	20	42	41.5	35	27	20.5	0.3
05	25	47	46.5	40.5	32	25.5	0.3
06	30	55	54.5	47.5	38	30.5	0.5
07	35	62	61.5	54	43	35.5	0.5
08	40	68	67.5	60	48	40.5	0.5
09	45	75	74.5	66	55	45.5	0.5
10	50	80	79.5	71	60	50.5	0.5
11	55	90	89.5	81	66	55.5	0.5
12	60	95	94.5	86	69	60.5	0.5
13	65	100	99.5	91	74	65.5	0.5
14	70	110	109.5	98	83	70.5	0.5
15	75	115	114.5	105	85	75.5	0.5
16	80	125	124.2	112	93	80.5	0.5
17	85	130	129.2	117	99	85.5	0.5
18	90	140	139.2	126	104	90.5	0.8
19	95	145	144.2	131	109	95.5	0.8
20	100	150	149.2	136	114	100.5	0.8
21	105	160	159.2	144	121	105.5	1.0
22	110	170	169.2	153	128	110.5	1.0
24	120	180	179.2	166	136	120.5	1.0
26	130	200	199.2	177	150	130.8	1.0
28	140	210	209.2	190	160	140.8	1.0
30	150	225	224.2	203	172	150.8	1.2
32	160	240	239.2	217	183	160.8	1.2
34	170	260	259.2	230.5	199.5	170.8	1.2
36	180	280	279.2	250	210	180.8	1.2
38	190	290	289.2	261	221	190.8	1.2
40	200	310	309.2	278	232	200.8	1.2

(1) Что касается дистанционных колец наружного кольца, эксплуатируемых в условиях смазывания масляным туманом или струйным смазыванием, величина внешнего диаметра дистанционного наружного кольца совпадает с величиной наружного диаметра подшипника. Рекомендуется сохранять ее в пределах допуска g5 и точнее.

(2) При работе на высоких скоростях, когда значение $d_m n$ превышает 700 тысяч, величина внутреннего диаметра дистанционного внутреннего кольца совпадает с величиной внутреннего диаметра подшипника. Рекомендуется сохранять ее в пределах допуска F6 и точнее.

Серия 02 Стандартные дистанционные кольца для размерной серии 02 (72, BGR02)

Единица измерения: мм

Номера внутренних диаметров	Номинальный внутренний диаметр	Наружный диаметр	Дистанционное кольцо наружного кольца		Дистанционное кольцо внутреннего кольца		Фаска дистанционного кольца
				Внутреннее отверстие	Наружный диаметр	Внутреннее отверстие (2)	
00	10	30	29.5	25	17	10.5	0.3
01	12	32	31.5	27	18	12.5	0.3
02	15	35	34.5	29	21	15.5	0.3
03	17	40	39.5	33	24	17.5	0.3
04	20	47	46.5	39	28	20.5	0.5
05	25	52	51.5	44	33	25.5	0.5
06	30	62	61.5	53	40	30.5	0.5
07	35	72	71.5	62	46	35.5	0.5
08	40	80	79.5	68	52	40.5	0.5
09	45	85	84.5	75	56	45.5	0.5
10	50	90	89.5	80	60	50.5	0.5
11	55	100	99.5	90	65	55.5	0.8
12	60	110	109.5	95	75	60.5	0.8
13	65	120	119.5	105	80	65.5	0.8
14	70	125	124.2	110	85	70.5	0.8
15	75	130	129.2	115	90	75.5	0.8
16	80	140	139.2	125	95	80.5	1.0
17	85	150	149.2	135	105	85.5	1.0
18	90	160	159.2	140	110	90.5	1.0
19	95	170	169.2	150	115	95.5	1.0
20	100	180	179.2	160	125	100.5	1.0
21	105	190	189.2	170	132	105.5	1.0
22	110	200	199.2	175	135	110.5	1.0
24	120	215	214.2	190	145	120.5	1.0
26	130	230	229.2	203	157	130.8	1.2
28	140	250	249.2	220	170	140.8	1.2
30	150	270	269.2	233	189	150.8	1.2

(1) Что касается дистанционных колец наружного кольца, эксплуатируемых в условиях смазывания масляным туманом или струйным смазыванием, величина внешнего диаметра дистанционного наружного кольца совпадает с величиной наружного диаметра подшипника. Рекомендуется сохранять ее в пределах допуска g5 и точнее.

(2) При работе на высоких скоростях, когда значение $d_m n$ превышает 700 тысяч, величина внутреннего диаметра дистанционного внутреннего кольца совпадает с величиной внутреннего диаметра подшипника. Рекомендуется сохранять ее в пределах допуска F6 и точнее.

Положение распылительной насадки

В нижеследующей таблице приводятся данные о расположении распылительной насадки для систем воздушно-масляного смазывания, смазывания масляным туманом и струйного смазывания.

Единица измерения: мм

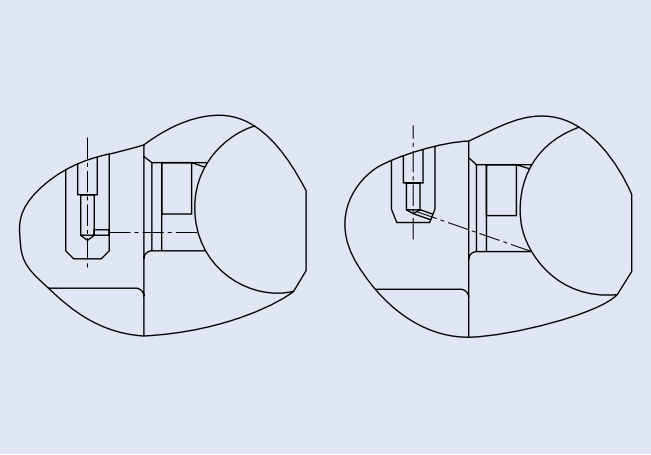
Номера внутренних диаметров	Номинальный внутренний диаметр подшипника	Серии 79		Серии 70		Серии 72		N10XXMR (Стандартные серии)		N10XXR (Серии ROBUST)	
		ϕA (1)	*B*	*ϕA* (1)	*B*	*ϕA* (1)	*B*	*ϕA*	*B*	*ϕA*	*B*
00	10	14.5	0.4	16.1	0.5	18.1	0.5	–	–	–	–
01	12	16.5	0.4	18.3	0.5	19.6	0.5	–	–	–	–
02	15	20.0	0.5	21.3	0.5	22.6	0.7	–	–	–	–
03	17	21.8	0.5	23.5	1.0	25.9	0.7	–	–	–	–
04	20	26.1	0.5	28.2	1.0	30.5	1.0	–	–	–	–
05	25	31.1	0.5	32.9	1.0	35.5	1.0	–	–	–	–
06	30	36.1	0.5	39.5	1.0	42.4	1.0	39.7	1.2	–	–
07	35	42.6	0.5	44.6	1.0	49.2	0.7	45.4	1.5	–	–
08	40	47.9	0.5	50.0	1.0	55.5	0.7	50.6	1.5	–	–
09	45	53.4	0.5	55.6	1.0	60.2	0.7	56.5	2.0	60.0	0.6
10	50	57.9	0.5	60.6	1.0	65.2	1.0	61.5	2.0	64.5	1.3
11	55	64.0	0.5	67.3	1.0	72.0	1.0	69.2	2.5	71.0	1.2
12	60	69.0	0.5	72.5	1.0	79.0	0.7	74.3	2.5	76.5	1.2
13	65	74.0	0.5	77.5	1.0	86.2	0.7	79.2	2.5	81.5	1.2
14	70	80.9	0.7	83.7	1.0	90.9	0.7	86.6	3.0	89.0	1.5
15	75	85.5	0.7	89.4	1.0	95.9	0.7	90.0	2.5	94.5	1.5
16	80	90.5	0.7	96.5	1.0	102.8	0.7	98.5	3.0	101.0	2.0
17	85	98.8	0.7	101.5	1.0	109.8	1.0	103.5	3.0	106.0	2.0
18	90	102.8	0.7	108.6	1.0	116.7	1.0	109.0	3.0	–	–
19	95	107.7	0.7	113.3	1.0	123.6	1.0	115.5	2.5	–	–
20	100	116.0	0.7	118.6	1.0	130.6	1.0	119.0	2.5	–	–
21	105	119.5	0.7	125.1	0.7	137.4	1.0	125.5	3.0	–	–
22	110	124.5	0.7	131.9	0.7	144.4	1.0	134.0	3.0	–	–
24	120	136.3	0.7	142.3	0.7	156.3	1.0	142.0	3.0	–	–
26	130	149.3	0.7	156.2	1.0	168.9	1.0	156.0	4.5	–	–
28	140	158.1	0.7	165.7	2.5	182.6	1.0	168.0	4.5	–	–
30	150	171.8	0.7	178.1	2.5	196.5	1.0	–	–	–	–
32	160	181.8	0.7	190.4	2.5	–	–	–	–	–	–
34	170	191.8	0.7	203.4	2.5	–	–	–	–	–	–
36	180	205.6	0.7	217.1	2.5	–	–	–	–	–	–
38	190	215.4	0.7	227.1	2.5	–	–	–	–	–	–
40	200	229.0	0.7	240.9	2.5	–	–	–	–	–	–

(1) В соответствии со стандартом DIN 628-6.

Внимание

- При эксплуатации подшипников с обычной рабочей скоростью должного качества смазывания можно достичь путем расположения внутреннего отверстия насадки вдоль боковой поверхности подшипника и нацеливания ее непосредственно во внутреннюю часть подшипника на уровне внутреннего кольца. При операциях, проводимых с постоянной высокой скоростью, лучше всего расположить внутреннее отверстие насадки так, чтобы смазочный материал попадал во внутреннюю часть подшипника под углом 15° – 20°. Подробную информацию по этому вопросу Вы можете получить, обратившись в компанию NSK.
- Для предупреждения сильного вязкого трения масла, способного привести к повреждению области скольжения подшипника, необходим сброс масел.
- Для обеспечения фильтрации масла, поступающего в систему смазывания, рекомендуется использовать фильтр максимум на 5 микрон.

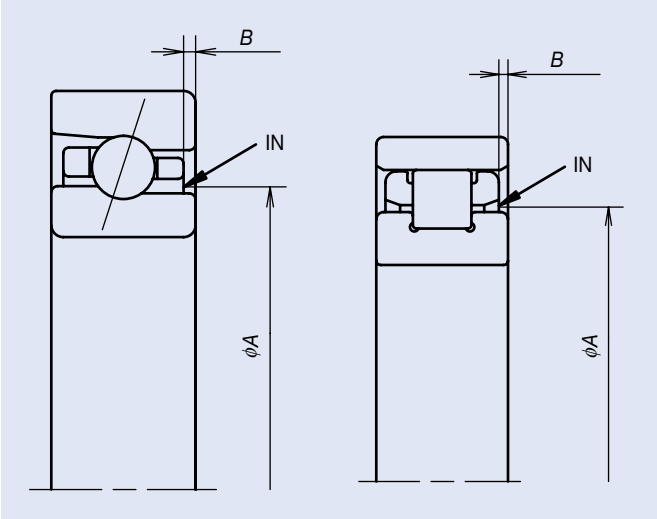
Рис. 9.1 Угол насадки



Единица измерения: мм

Номинальный внутренний диаметр подшипника	BNR19 BER19		BNR10 BER10		BGR19		BGR10		BGR02		BAR10 BTR10	
	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B	ϕA	B
6	–	–	–	–	–	–	9.0	0.4	–	–	–	–
7	–	–	–	–	–	–	10.5	0.4	–	–	–	–
8	–	–	–	–	–	–	12.0	0.5	–	–	–	–
10	–	–	–	–	13.5	0.4	14.5	0.5	17.0	1.0	–	–
12	–	–	–	–	15.5	0.4	16.5	0.5	18.0	0.5	–	–
15	–	–	–	–	18.5	0.5	20.0	1.0	21.0	1.0	–	–
17	–	–	–	–	20.5	0.5	22.5	1.5	24.0	0.5	–	–
20	–	–	–	–	25.0	0.8	26.5	0.8	28.3	0.5	–	–
25	31.0	0.5	–	–	30.0	0.8	31.5	0.8	33.2	1.0	–	–
30	35.5	0.5	39.0	1.0	–	–	–	–	–	–	–	–
35	42.0	0.5	44.5	1.2	–	–	–	–	–	–	–	–
40	48.0	0.5	50.0	1.5	–	–	–	–	–	–	–	–
45	53.0	0.5	55.5	1.7	–	–	–	–	–	–	–	–
50	57.5	0.5	60.5	1.7	–	–	–	–	–	–	60.5	0.9
55	63.5	0.5	67.5	1.5	–	–	–	–	–	–	67.5	0.7
60	68.5	0.5	73.0	1.5	–	–	–	–	–	–	73.5	0.7
65	73.5	0.5	77.5	1.5	–	–	–	–	–	–	77.5	0.7
70	80.5	0.7	84.0	1.7	–	–	–	–	–	–	84.0	0.7
75	85.0	0.7	89.0	1.7	–	–	–	–	–	–	89.0	0.7
80	90.5	0.7	96.0	1.7	–	–	–	–	–	–	96.0	0.9
85	98.5	0.7	102.0	1.7	–	–	–	–	–	–	102.0	0.9
90	102.0	0.7	109.0	1.7	–	–	–	–	–	–	108.5	1.2
95	107.0	0.7	112.0	1.7	–	–	–	–	–	–	112.5	1.2
100	113.5	0.7	118.5	2.5	–	–	–	–	–	–	118.5	1.7
105	119.0	0.7	125.0	1.7	–	–	–	–	–	–	126.0	1.4
110	124.0	0.7	132.5	1.7	–	–	–	–	–	–	132.5	1.2
120	136.0	0.7	143.0	1.7	–	–	–	–	–	–	142.5	1.2
130	149.0	0.7	156.5	1.7	–	–	–	–	–	–	155.5	1.7
140	157.5	0.7	166.0	1.7	–	–	–	–	–	–	167	1.7
150	171.5	0.7	178.5	1.7	–	–	–	–	–	–	179.5	1.9
160	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	190	2.0
170	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	205	1.7
180	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	218	2.0
190	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	228	2.0
200	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	242	2.2

Рис. 9.2 Положение и направление распылительной насадки



GN3017
FC1
NSK GREASE
MTS
NSK GREASE
MTE
NSK GREASE
MTS
NSK GREASE
MTE

Обращение с

Часть 6

Монтаж

Операционный контроль

Операции начальной приработки

Обращение с подшипниками

1. Монтаж. 196-209

1. Чистка подшипников и сопрягаемых деталей

2. Проверка размеров сопрягаемых деталей

3. Операции монтажа

4. Осмотр после монтажа

2. Операционный контроль 210-211

3. Операции начальной приработки 212-213

подшипниками

Введение

Операция монтажа

Способ монтажа подшипников качения в значительной мере влияет на их точность, долговечность и рабочие характеристики. Инженерам и конструкторам необходимо тщательно проанализировать существующие методики по уходу за подшипниками и стандартизировать следующие процедуры:

1. Очистку подшипников и сопрягаемых деталей
2. Проверку размеров сопрягаемых деталей
3. Операции монтажа
4. Осмотр после монтажа.

Распаковывать подшипники следует непосредственно перед началом монтажа. Однако подшипники для инструментов или для выполнения операций в высокоскоростном режиме нужно сначала очистить беспримесным фильтрованным маслом, чтобы удалить с них антикоррозийное средство.
После очистки подшипников фильтрованным маслом следует принять меры по защите их от коррозии. Предварительно смазанные подшипники нужно использовать без проведения очистки.
Методы установки подшипников могут быть различными и зависят от типа подшипника и вида посадки. Так как прецизионные подшипники широко применяются для торсионных валов, их внутренним кольцам требуется плотная посадка.
Подшипники с цилиндрическими внутренними отверстиями обычно устанавливаются с помощью пресса (прессовая посадка) или нагревания с целью расширения внутренних колец (горячая посадка). Наружное кольцо, как правило, вставляется в корпус при свободной посадке. Если наружное кольцо имеет посадку с натягом, можно использовать пресс.

Меры предосторожности для корректного обращения с подшипниками

Поскольку подшипники качения являются компонентами высокоточных машин, с ними нужно обращаться соответственно. Даже при использовании подшипников самого высокого качества нельзя достичь ожидаемой от них эффективности без надлежащего ухода за ними. Необходимо соблюдать следующие основные меры предосторожности:

■ Содержите подшипники и окружающее их пространство в чистоте.

Даже невидимые невооруженным глазом инородные частицы оказывают на подшипники неблагоприятное воздействие. Старайтесь предотвращать попадение в подшипники грязи и частиц износа, поддерживая чистоту производственной среды.

■ Обращайтесь с подшипниками осторожно

Берегите подшипники от сильных ударов. Ударные нагрузки могут привести к образованию царапин или другим повреждениям подшипника, повышая вероятность его выхода из строя.
Очень сильное сотрясение может привести к бринеллированию, появлению разломов или трещин.

■ Используйте специально предназначенные инструменты

При уходе за подшипниками всегда применяйте специально предназначенное для этого оборудование. Не используйте инструменты общего назначения.

■ Предотвращайте коррозию

Проведение операций с подшипниками голыми руками может привести к коррозии поверхностей подшипников из-за присутствующей на коже кислотной влаги и других загрязняющих веществ. Работая с подшипниками, следите за чистотой рук и по возможности надевайте специальные перчатки. Принимайте меры по предупреждению ржавления подшипников, вызываемого влагой и агрессивными газами.

Способ хранения

- Хотя подшипники покрывают антикоррозийным средством, а затем изолируют и упаковывают, целиком избежать воздействия окружающего их воздуха невозможно. Храните подшипники в сухом месте и не подвергайте их воздействию влаги и сырости.
- Подшипники следует хранить в чистом, сухом и хорошо проветриваемом месте, защищенном от прямых солнечных лучей. Храните подшипники в ящиках или на полках, расположенных на высоте не ниже 30 см от пола.
- При распаковке подшипников для входного контроля примите меры для предупреждения их ржавления и загрязнения. После окончания контроля последуйте приведенным выше рекомендациям в целях обеспечения надлежащих условий хранения.

1. Очистка подшипников

Новые подшипники имеют антикоррозийное покрытие для предохранения от пыли и защиты при транспортировке. После распаковки для удаления антикоррозийного средства подшипники необходимо очистить. Некоторые виды подшипников, например, герметично закрытые или предварительно смазанные, можно использовать без выполнения процедуры очистки.

■ Метод очистки ■

1. Для очистки подшипников используйте керосин или легкое масло.

2. Проводите предварительный и окончательный этапы очистки в отдельных емкостях. В каждой емкости должна присутствовать решетка для предотвращения непосредственного контакта подшипников с какими бы то ни было осевшими на дно емкости загрязняющими веществами.

3. Избегайте вращения подшипников в емкости для предварительной очистки. Очистку наружных поверхностей проводите щеткой. По окончании очистки поместите подшипники в емкость для окончательной очистки.

4. В процессе окончательной очистки вращайте подшипники рукой. Убедитесь в том, что чистящая жидкость в емкости для окончательной очистки остается свободной от примесей.

5. После очистки удалите оставшуюся в подшипниках чистящую жидкость. Подшипники, предназначенные для смазывания консистентной смазкой, следует наполнить этим видом смазки. Смазываемые маслом подшипники следует установить на шпиндель механического станка, при этом стараясь их не проворачивать. Перед установкой покройте внутренние и внешние поверхности подшипников тонким слоем смазочного масла.

2. Проверка размеров сопрягаемых деталей

Осмотр вала и корпуса

- Поверхности сопрягаемых корпуса и вала следует очистить и проверить на предмет наличия деформаций и неровностей.
- Необходимо проверить размеры внутренних отверстий корпуса и вала, чтобы подтвердить соответствие предполагаемой посадки внутреннему и внешнему диаметру подшипника. Рекомендуемые посадки для валов и внутренних отверстий корпусов показаны на стр. 184.
- Проведите измерения и поместите подшипники в камеру с автоматическим регулированием температуры. Не трогайте детали до тех пор, пока температура не стабилизируется. Пользуясь микрометром или калибром для измерения цилиндров, сделайте замеры в нескольких точках, чтобы удостовериться в отсутствии существенных отклонений в значениях измерений. Позиции, рекомендуемые для измерения точности вала и внутреннего отверстия корпуса, показаны на стр. 185.

Проверка дистанционных колец

Рекомендуется, чтобы значение параллельности торцевых поверхностей дистанционного кольца шпинделя станка не превышало 0,003 мм. Если отклонение от параллельности превысит рекомендуемое значение, это приведет к наклону подшипника, а, следовательно, к неточной работе и шуму в подшипниках.

3. Процесс монтажа

Очищенные подшипники, смазываемые консистентной смазкой или воздушно-масляным методом (масляным туманом), устанавливаются на вал и в отверстие корпуса. Метод установки зависит от требований посадки к внутреннему и наружному кольцам. Обычно в станках вращается внутреннее кольцо подшипника.
Поэтому его, как правило, запрессовывают. При этом подшипники с цилиндрическими отверстиями обычно нагревают перед установкой, чтобы внутреннее кольцо расширилось (горячая посадка).

Подшипники с коническими внутренними отверстиями можно устанавливать непосредственно на конический вал. Что касается высокоскоростного режима работы, то для достижения точности радиального зазора при сборке рекомендуется применять калибры GN. На стр. 202 приводятся сведения по использованию этого вида калибров.

Наружные кольца устанавливаются с некоторым зазором, так что необходимости в инструментах для сборки обычно не возникает. Корпус можно нагреть, что в значительной мере облегчит установку.

3.1. Монтаж подшипников с цилиндрическими внутренними отверстиями

(1) Прессовая посадка

Способ посадки с помощью пресса широко используется при монтаже небольших подшипников. Вначале покройте тонким слоем смазки поверхность сопрягаемого вала, чтобы уменьшить требуемое для прессовой посадки усилие.

Затем расположите монтажный инструмент так, чтобы он упирался во внутреннее кольцо, как показано на рис. 1.1. Для надежной посадки и прижима подшипника к заплечику вала обеспечьте постоянное давление на монтажный инструмент.

Не применяйте способ прессовой посадки на вал путем давления на наружные кольца, поскольку это может вызвать повреждение подшипника. Кроме того, не применяйте для установки прецизионных подшипников молоток.

Что касается разъемных подшипников, к примеру, цилиндрических роликовых, их внутренние и наружные кольца можно устанавливать на вал и в корпус отдельно. При их сборке особо тщательно следите за тем, чтобы правильным образом выровнять внутреннее и наружное кольца. Небрежная или грубая сборка может привести к образованию царапин на поверхностях контакта качения.

(2) Горячая посадка

Так как прессовая посадка крупных подшипников требует больших усилий, широко используется метод горячей посадки. Сначала подшипник нагревают, чтобы расширить внутреннее кольцо перед тем, как устанавливать его на вал.

С помощью этого метода предотвращается вероятность приложения к подшипникам чрезмерного усилия и появляется возможность их ускоренного монтажа.

Расширение внутреннего кольца в зависимости от температуры и размера подшипника показано на рис.1.2.

При горячей посадке необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

1. Не нагревайте подшипники больше, чем до 120°C.
2. Нагрейте подшипники на 20°C – 30°C выше минимальной, требуемой для сводного монтажа температуры, так как в течение установки внутреннее кольцо немного охладится.
3. После монтажа подшипники, охладившись, сожмутся как в осевом, так и в радиальном направлениях. Поэтому подшипник следует загнать до упора в плечо вала и зафиксировать, устранив какой бы то ни было зазор между подшипником и плечом вала.

Рис. 1.1 Прессовая посадка внутреннего кольца

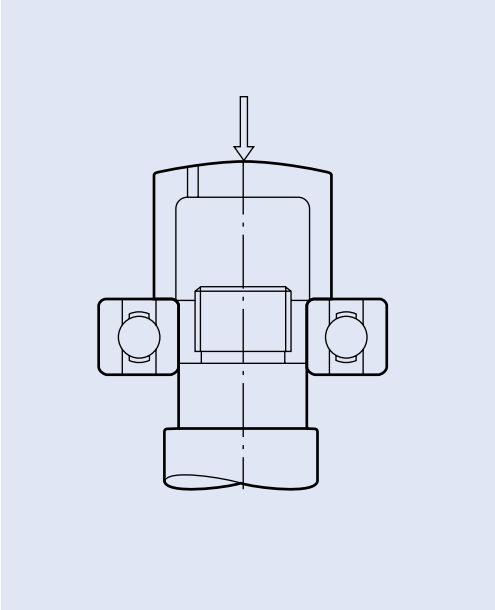
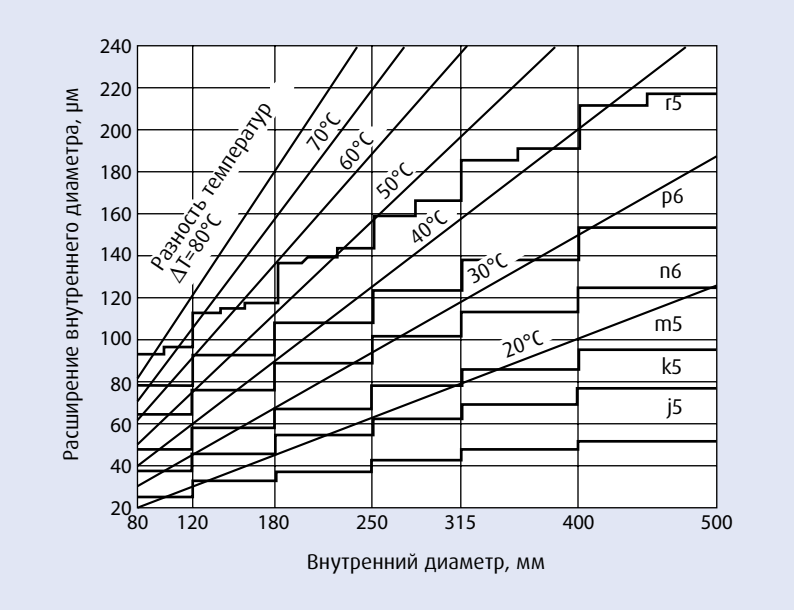


Рис. 1.2 Температура и тепловое расширение внутреннего кольца

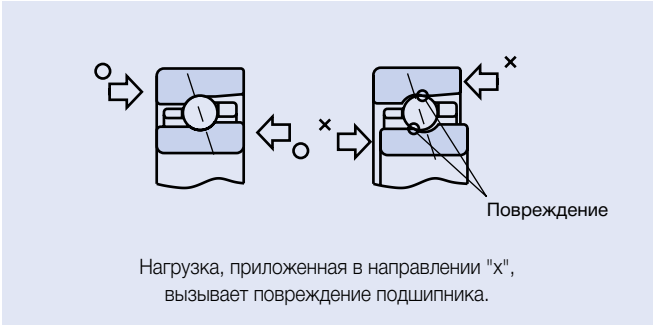


3.2. Меры предосторожности при монтаже радиально-упорных шарикоподшипников

Вследствие конструктивных особенностей радиально-упорный шарикоподшипник может воспринимать нагрузки только в одном направлении. Поэтому при установке радиально-упорных шарикоподшипников на вал и в корпус следует избегать приложения нагрузок в неверном направлении.

Обратите особое внимание на порядок многорядного монтажа подшипников. При компоновках «спина к спине» и «лицо к лицу» порядок их установки отличается.

Рис. 1.3 Направление нагрузки для радиально-упорных шариковых подшипников

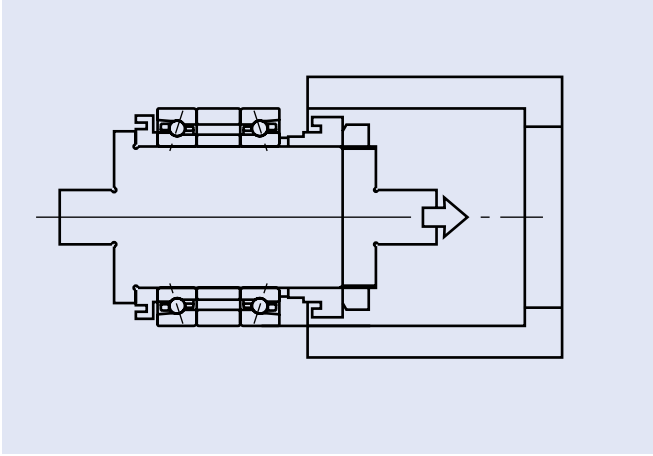


Нагрузка, приложенная в направлении "x", вызывает повреждение подшипника.

Компоновка «спина к спине»:

① Запрессуйте подшипник в корпус.
② Закрепите удерживающую крышку, задавая тем самым преднатяг.
③ Вставьте вал во внутреннее кольцо и затяните контргайку подшипника.

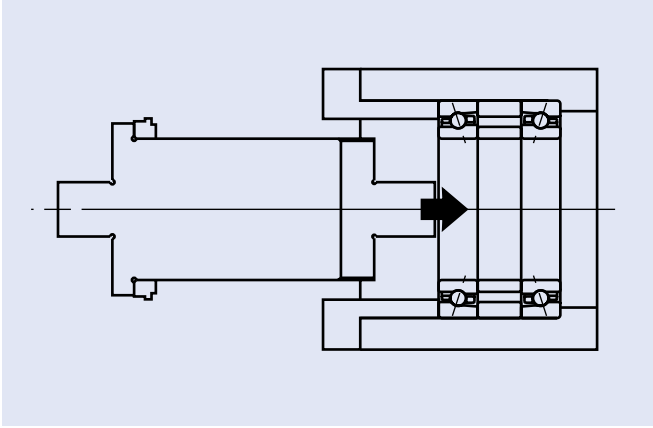
Рис. 1.4 Монтаж компоновки "спина к спине" – 2 подшипника



Компоновка «лицо к лицу»:

① Запрессуйте подшипник в корпус.
② Закрепите удерживающую крышку, задавая тем самым преднатяг.
③ Вставьте вал во внутреннее кольцо и затяните контргайку подшипника.

Рис. 1.5 Монтаж компоновки "лицо к лицу" – 2 подшипника



При разборке измените порядок действий на прямо противоположный.

3.3. Закрепление подшипника

(1) Закрепление внутреннего кольца

Внутреннее кольцо обычно закрепляют на валу посредством затягивания контргайки подшипника, соблюдая при этом перпендикулярность между резьбой и торцевой поверхностью подшипников, что является очень важным условием. Даже если точность как взятый в отдельности компонент является оптимальной, зазор между валом и контргайкой может привести к биению последней, в результате чего вал и подшипник согнутся. (См. Рис. 1.21, стр. 207). Следовательно, для обеспечения постоянной точности хода необходима подгонка.

Кроме того, важно затянуть контргайку полностью, чтобы устранить всякую возможность ее ослабления. Сведения об опорном моменте вращения для контргаек подшипников приводятся в таблице 1.1.

Существует риск разбалансировки вследствие торцевой обработки и биения контргайки или небольшой неточности сопряжения деталей. В высокоскоростных и высокоточных шпинделях станочного оборудования широко применяются втулки, которые крепят подшипник к валу при посадке с сильным натягом между валом и отверстием втулки. Однако, спустя какое-то время, при непрерывной эксплуатации натяг втулки начинает ослабевать, вследствие чего его необходимо подвергать периодической проверке.

При использовании широкого дистанционного кольца при многорядной компоновке радиально-упорных шарикоподшипников и наличии избыточного опорного момента затяжки контргайки, дистанционное кольцо внутреннего кольца может деформироваться и повысить преднатяг выше ожидаемого уровня. Необходимо учитывать вероятность такой деформации при задании преднатяга.

(2) Закрепление внешнего кольца

Крышка с отверстиями для болтов используется в основном для закрепления наружного кольца подшипника в осевом направлении. Если болт затянуть чересчур сильно, или же неровно затянуть комбинацию болтов, то наружное кольцо подшипника может деформироваться.

К примеру, на рис. 1.6 изображена вероятная деформация внешнего диаметра наружного кольца, вызванная неравномерной затяжкой болтов крышки, при давлении на торцевую поверхность наружного кольца, как на направляющее кольцо.

На рис. 1.7 отображен пример слабой затяжки болтов крышки для подшипника фиксированной опоры, вызвавшей деформацию наружного кольца.

На рис. 1.8 показана деформация поверхности дорожки качения наружного кольца, вызванная затяжкой двухрядного цилиндрического роликового подшипника.

Степень деформации зависит от зазора сопрягаемых деталей. Рекомендуется отрегулировать зазор между крышкой и торцевой поверхностью корпуса в диапазоне значений от 0,01 до 0,05 мм, прежде чем полностью закручивать болты.

Рис. 1.6 Деформация поверхности дорожки качения, вызванная чрезмерной затяжкой

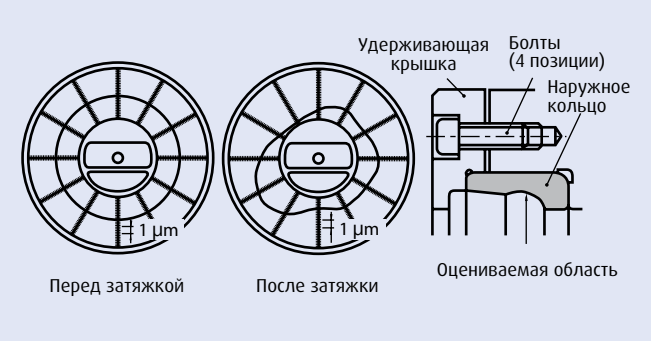


Рис. 1.7 Деформация поверхности дорожки качения, вызванная чрезмерной затяжкой

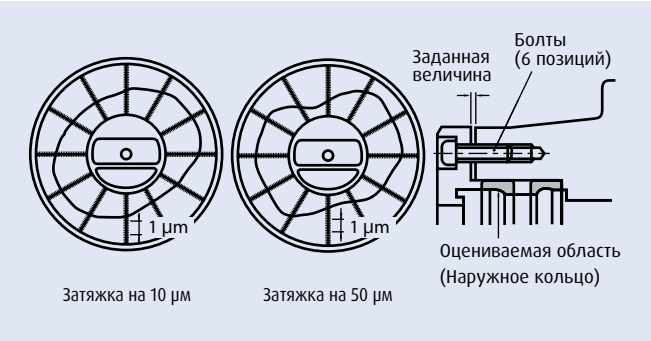


Рис. 1.8 Деформация наружного кольца двухрядного цилиндрического роликового подшипника, вызванная чрезмерной затяжкой

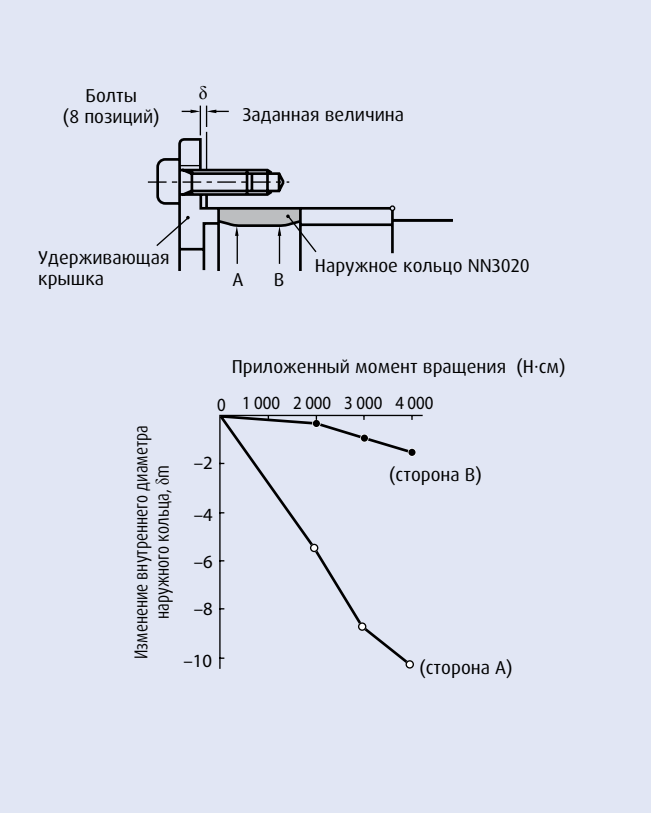


Таблица 1.1 Момент затяжки контргайки подшипника и зазор между крышкой и корпусом.

Номинальный внутренний диаметр подшипника (мм)	Сила затяжки контргайки (Н)	Значение момента затяжки контргайки (Н·м)	Зазор между крышкой и корпусом (мм)
6	1 500	2	0.01 –0.03
8		2	
10		3	
12	3 000	7	
15		8	
17		9	
20	4 900	17	
25		21	
30		25	
35	9 800	57	
40		64	
45		72	
50		80	
55	14 700	132	
60		142	
65		153	
70		166	
75		176	
80	19 600	251	
85		267	
90		281	
95		296	
100		311	
105		327	
110		343	
120		371	
130		403	
140	29 400	649	0.03 –0.05
150		695	
160		745	
170		796	
180		841	
190		886	
200		932	
220	39 200	–	
240		–	
260		–	
280		–	
300		–	

При увеличении посадки с натягом в условиях высокоскоростных режимов необходимо повышать и величину момента затяжки, прилагаемого к контргайке.

Сила затяжки упорно-радиального шарикоподшипника для опор шаровинтовых пар должна быть больше преднатяга в 2,5-3 раза.

Уравнение преобразования момента затяжки контргайки.

$$T=0.5F\left\{d_p \tan(p^*+\beta)+d_w\,\mu_w\right\} \quad [\text{Н·м}]$$

Значения момента затяжки контргайки в таблице рассчитаны с коэффициентом трения 0,15.

T : Момент затяжки контргайки [Н·мм]
F : Сила затяжки контргайки [Н]
d_p : Эффективный диаметр контргайки [мм]
p^* : Угол трения поверхности контргайки $p^*=\tan^{-1}\mu_S$
μ_S : Коэффициент трения поверхности контргайки
d_w : Эквивалентный диаметр момента трения поверхности контргайки (мм)
μ_w : Коэффициент трения поверхности контргайки
β : Угол упреждения гайки $\beta=\tan^{-1}$ (град /(3,142·dp))

Уравнение повышения усилия

$$K=\mu\cdot p_m\cdot\pi\cdot d\cdot B \quad [\text{Н}]$$

$$p_m=\frac{E}{2}\,\frac{\Delta d}{d}\,\frac{(1-k^2)(1-k_0^2)}{1-k^2\,k_0^2}$$

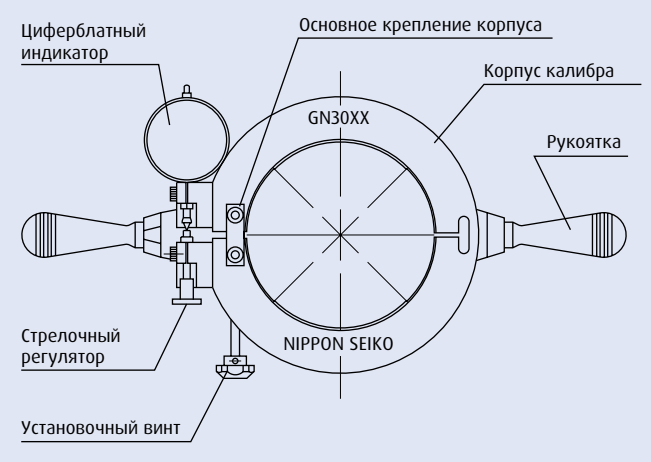
μ : Коэффициент трения на посадочной поверхности [=0.12]
p_m : Давление поверхности [МПа]
d : Диаметр вала [мм]
B : Ширина подшипника [мм]
Δd : Эффективный натяг [мм]
E : Модуль упругости стали [МПа]
k : Степень толщины стенки ($k=d/D_i$)
D_i : Диаметр дорожки качения внутреннего кольца [мм]
k_0 : Степень толщины стенки полого вала ($k_0=d_0/d$)
d_0 : Диаметр отверстия полого вала [мм]

3.4. Монтаж цилиндрических роликовых подшипников

(1) Измерение радиального зазора цилиндрического роликового подшипника

Калибр GN – это инструмент, предназначенный для подгонки конического хвостовика вала к коническому внутреннему отверстию подшипника при установке цилиндрического роликового подшипника с коническим внутренним отверстием на шпиндель механического станка. После установки калибр GN используется для точного контроля радиального внутреннего зазора подшипника. Данный инструмент особенно эффективен при проведении замеров у цилиндрического роликоподшипника с радиальным преднатягом.
На рис. 1.9 показаны составные части калибра GN.

Рис. 1.9 Калибр GN



Способ применения калибра GN

① Установка наружного кольца в корпус

Рекомендуемая посадка между наружным кольцом и корпусом составляет:

зазор 2 мкм – натяг 2 мкм

② Установка цилиндрического калибра на нуль

Убедитесь, что у наружного кольца (вставленного в корпус), внутреннего кольца и вала одинаковая температура. Затем измерьте внутренний диаметр наружного кольца в четырех или более разных точках. Определите среднее значение измерений и установите цилиндрический калибр на нуль (рис. 1.10).

③ Регулировка вписанного диаметра калибра GN

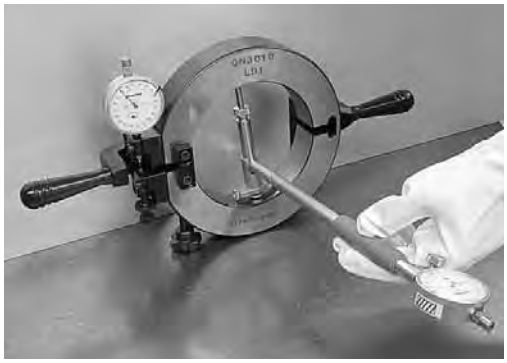
Ослабьте болт основного крепления корпуса калибра GN. Приложите цилиндрический калибр к поверхности вписанного диаметра калибра GN и отрегулируйте установочный винт до нулевого значения на циферблате цилиндрического калибра (См. этап ②). Калибр GN следует использовать в вертикальном положении во избежание неточностей, которые могут возникнуть вследствие веса самого калибра.

④ Корректировка калибра GN

Применяя полученные в ходе этапа ③ результаты, используйте стрелочный регулятор на циферблатном индикаторе для того, чтобы перевести стрелку калибра GN в область красной отметки и тем самым откорректировать калибр. Убедитесь, что короткая стрелка на циферблате находится в районе цифры 2.
(Корректировка калибра вводит поправку на упругую деформацию ролика благодаря измерению давления на калибр. Величина корректировки конкретного калибра определяется при поставке).

Рис. 1.10 Установка цилиндрического калибра на нуль

Рис. 1.11 Регулировка вписанного диаметра калибра GN



⑤ Монтаж внутреннего кольца

Установите внутреннее кольцо на вал и слегка затяните контргайку. К этому моменту подшипники должны быть очищены, но еще не покрыты слоем смазки.

⑥ Установка калибра GN

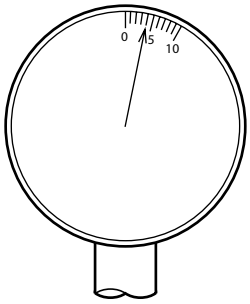
Отрегулируйте установочный винт на калибре GN (0,2 – 0,3 мм на циферблате) для разброса значений круговой шкалы на калибре GN. Калибр GN расположен в центре внутреннего кольца, а установочный винт ослаблен.

⑦ Снятие показаний шкалы

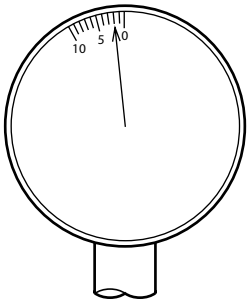
В этот момент нужно снять показания шкалы циферблатного индикатора калибра GN.

Пример 1: Полусдвиг круговой шкалы с нуля по часовой стрелке обозначает положительный зазор.

Пример 2: Полусдвиг круговой шкалы с нуля против часовой стрелки обозначает отрицательный зазор.



Пример 1: Если стрелка показывает на цифру "4" в направлении по часовой стрелке, то величина радиального зазора равняется +0,002 мм



Пример 2: Если стрелка показывает на цифру "2" в направлении против часовой стрелки, то величина радиального зазора равняется –0,001 мм

⑧ Регулировка

В дополнение к действиям, указанным в этапе ⑥, используйте винт для разброса круговой шкалы калибра GN. Выньте калибр из внутреннего кольца и закрутите контргайку. Повторяйте этапы с ⑥ по ⑧ до тех пор, пока на шкале циферблатного индикатора не появится целевое значение зазора.

⑨ Настройка дистанционного кольца

Измерьте зазор между буртиком вала и торцевой поверхностью стороны большого диаметра подшипника NN30XXKR, используя плиточный калибр. Снимите измерения в более чем трех точках окружности для получения среднего значения и окончательной ширины дистанционного кольца для этого значения.

Рис. 1.12 Монтаж внутреннего кольца

Рис. 1.13 Установка калибра GN

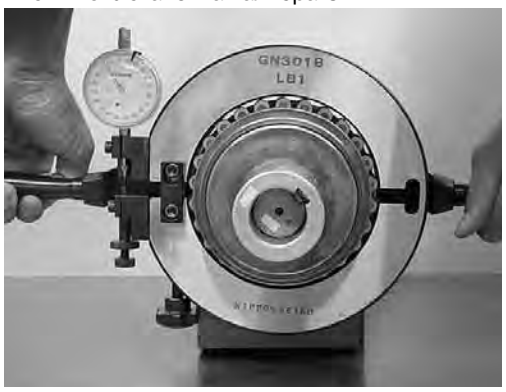


Рис. 1.14 Снятие показаний шкалы

Рис. 1.15 Измерение ширины дистанционного кольца

(2) Измерение радиального зазора цилиндрических роликовых подшипников (без применения калибра GN)

Если Вы не используете калибр GN, необходимо отрегулировать ширину дистанционного кольца с учетом следующих двух параметров:

- Сжатие диаметра дорожки качения наружного кольца вследствие установки в корпус (Δr_e)
- Расширение диаметра дорожки качения внутреннего кольца вследствие посадки, что включает и коэффициент полого вала (Δr_i)

■ Вычисление Δr

Окончательный размер дистанционного кольца (L_a), используемый для задания радиального зазора Δr, после сборки, можно рассчитать следующим образом:

$$L_a = L - K\,(\Delta r_m - \Delta r + \Delta r_e)$$

Таблица 1.2 Коэффициент полого вала и коэффициент K

Коэффициент полого вала k_0	Коэффициент K
45–55%	14
55–65%	15
65–75%	16

L_a : Окончательный размер дистанционного кольца для задания радиального зазора после сборки

L : Ширина плиточного калибра (результат измерений этапа ⑤ , описанного на стр. 205.)

Δr_m : Движение наружного кольца в радиальном направлении (результат измерений этапа ④, описанного на стр. 205.)

Δr : Радиальной зазор после сборки

Δr_e : Сжатие диаметра дорожки качения наружного кольца вследствие посадки

K : Коэффициент (преобразованное значение, включающее сжатие полого вала под 1/12 коническое отверстие)

k_0 : A/B × 100

A: Внутренний диаметр вала

B: Внешний диаметр вала

■ Вычисление Δr_e

$$\Delta r_e = (D_h - D) \times h$$

когда $\Delta r_e \geqq 0$ примем $\Delta r_e = 0$

Dh : Внутренний диаметр корпуса

D : Внешний диаметр наружного кольца (см. ведомость входного контроля подшипника)

h : Степень сжатия диаметра дорожки качения наружного кольца

(0.62 для подшипников серий NN30 и N10)

(0.7 для подшипников серий NN39 и NN49)

Измерение радиального зазора Δr_m

① Установите внутреннее кольцо на конический участок вала. (На этой стадии следует удалить смазку с конического участка вала и внутренней поверхности внутреннего кольца с помощью органического растворителя.)

② Расположите наружное кольцо на описанной роликами окружности и примените циферблатный индикатор к внешнему диаметру наружного кольца.

③ Затяните дистанционное кольцо и контргайку для расширения внутреннего кольца (Рис. 1.16).

④ Подвигайте наружное кольцо вверх-вниз и замерьте радиальное движение наружного кольца с помощью циферблатного индикатора (*1). Повторяйте этапы ③ и ④ до тех пор, пока зазор наружного кольца (Δr_m) не примет значение, приблизительно равное 0,005 мм (*2) (Рис. 1.17).

⑤ Когда значение Δr_m будет приблизительно 0,005 мм, измерьте расстояние от плеча вала до торцевой поверхности внутреннего кольца (Размер L), используя плиточный калибр и толщиномер (*3) (Рис. 1.18).

Примечания:

(*1) Если измерение займет слишком много времени, температура наружного кольца может подняться до температуры тела, что повлечет за собой ошибку в измерениях. Для произведения быстрого замера рекомендуется использовать перчатки.

(*2) Если зазор получается слишком большим, наружное кольцо при надавливании на него рукой может деформироваться в эллипс. Это повлечет за собой ошибку в измерениях. Следовательно, приемлемым является значение зазора 0,005 мм (0,005 мм – это целевое значение, но допустима и величина 0,001 – 0,002 мм).

(*3) Значение параметра L, измеряется следующим образом: плиточный калибр вставляется в левую половину области, показанную на рис. 1.18. (Измерение возможно благодаря возникновению наклона между буртиком вала и торцевой поверхностью внутреннего кольца).

Рис. 1.16 Монтаж наружного кольца

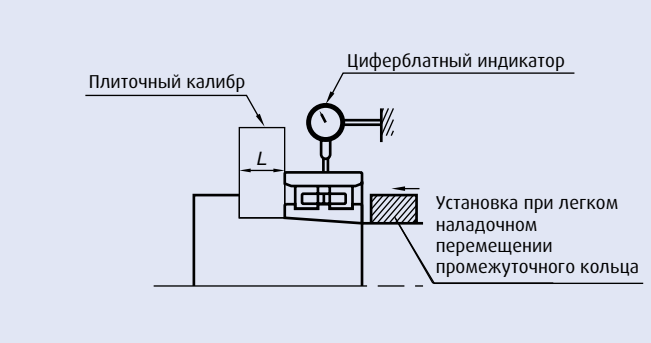


Рис. 1.17 Измерение движения наружного кольца

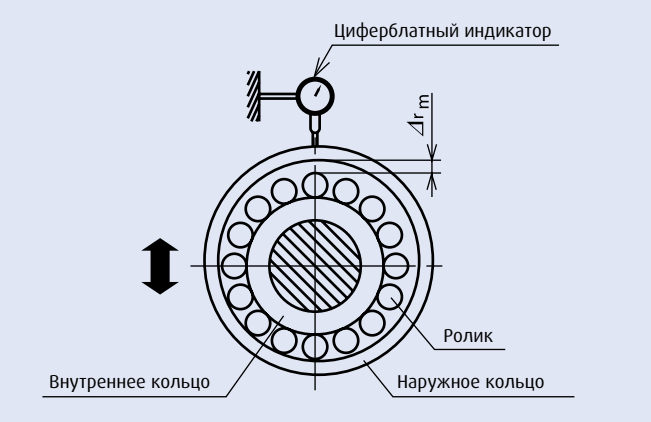
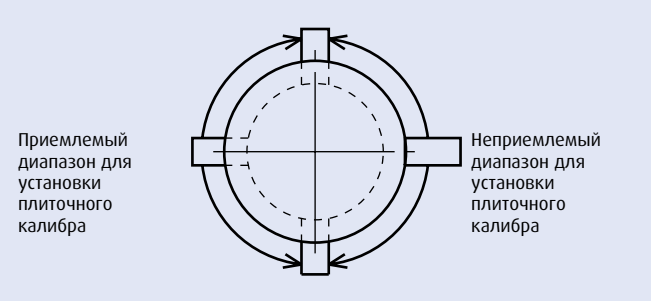


Рис. 1.18 Измерение ширины при помощи плиточного калибра



(Пример вычисления)

Задание значения радиального зазора $\Delta r = -0.002$ мм для подшипника NN3020MBKR после сборки.

Сжатие диаметра дорожки качения наружного кольца вследствие применения:

$\Delta r_e = -0.004$ (Натяг) (Когда $\Delta r_e \geqq 0$ примем $\Delta r_e = 0$)

Движение наружного кольца (значение измерения, проводимого на этапе ④): $\Delta r_m = 0.007$ мм

Ширина плиточного калибра (значение измерения, проводимого на этапе ⑤): $L = 20.55$ мм

Окончательный размер ширины промежуточного кольца $L_a = 20.55 - 15 \times (0.007 - (-0.002) - 0.004)$

$= 20.55 - 0.075$

$= 20.475$

Обратите внимание на знаки

3.5. Наполнение консистентной смазкой

Операция наполнения подшипников смазкой после очистки

Во время начальной обкатки подшипника температура может резко подняться из-за неправильного наполнения подшипников смазкой. Это может привести к удлинению периода приработки, а также заеданию и повреждению подшипников. Правильное выполнение операции по наполнению подшипников смазочным материалом и использование надлежащего количества смазки требует особого внимания.
Рекомендуется следующий порядок действий:

1. Предварительный осмотр
   Удостоверьтесь в том, что на внутренних частях подшипника нет никаких посторонних веществ. Подшипники для валов высокоскоростных шпинделей следует очистить, обезжирить и наполнить консистентной смазкой. Что касается подшипников для других применений, необходимо удалить с их внутренних поверхностей антикоррозийное средство.

2. Устройства для нанесения масляного слоя
   Для точного нанесения масляного слоя используйте специально предназначенное для этого устройство, например, пластиковую шприц-масленку. По возможности, используйте дозатор, который позволяет подавать в подшипник точное количество смазки.

3. Количество смазки
   Рекомендуемые объемы закладывания консистентной смазки для прецизионных подшипников:
   Радиально-упорные шариковые подшипники для шпинделей высокоскоростных механических станков: 15% ± 2% внутреннего пространства;
   Цилиндрические роликовые подшипники для шпинделей высокоскоростных механических станков: 10% ± 2% внутреннего пространства.
   Шариковые подшипники для двигателей: от 20% до 30% внутреннего пространства.
   Рекомендуемые объемы консистентной смазки для различных типов и номеров подшипников приводятся на стр. 175.

■ Метод наполнения смазкой шариковых подшипников

(1) Равномерно нанесите смазку между шариками. При наличии направляемого наружным кольцом сепаратора (например, изготовленного из фенолоальдегидного полимера) нанесите тонкий слой смазки на направляемую поверхность.
(2) Повращайте подшипник рукой, чтобы смазка равномерно легла на поверхности дорожек качения, шариков и сепаратора.

■ Метод наполнения смазкой цилиндрических роликовых подшипников

(1) Нанесите примерно 80% объема смазки на поверхность качения роликов равномерным слоем. Не следует наносить чрезмерное количество смазки на внутреннюю поверхность сепаратора. Консистентная смазка на внутренней поверхности сепаратора с трудом расходится в течение периода приработки; это может повлечь за собой резкое повышение температуры или удлинение периода приработки.
(2) Покройте тонким слоем смазки поверхности роликов, включая торцевые поверхности, точки контакта сепаратора и кромки поверхностей всех углублений сепаратора.
(3) Тонким слоем из оставшихся 20% смазки покройте поверхность дорожки качения наружного кольца.

Рис. 1.19 Наполненный смазкой радиально-упорный шариковый подшипник

Рис. 1.20 Наполненный смазкой цилиндрический роликовый подшипник

4. Осмотр после монтажа

4.1. Точность обработки

Правильность монтажа и связанных с ним операций является обязательным условием точности и четкости работы шпинделей станочного оборудования.

1: Биение поверхности наружного кольца относительно дорожки качения радиально-упорного шарикового подшипника в сборке.

Проведите корректировку положения подшипника на 0,002 мм (или менее), постукивая специальным инструментом по поверхности наружного кольца.

2: Отклонение от перпендикулярности образующей наружной поверхности относительно базовой торцевой поверхности наружного кольца радиально-упорного шарикоподшипника.

Проведите корректировку на 0,005 мм (или менее), наклоняя контргайку (см. рис. 1.21).

3: Концентричность тыльной стороны корпуса в пределах 0,010 мм или менее.

Если этих показателей точности достичь невозможно, демонтируйте подшипники и снова проверьте точность сопрягаемых деталей.

Рис. 1.21 Наклон контргайки вала

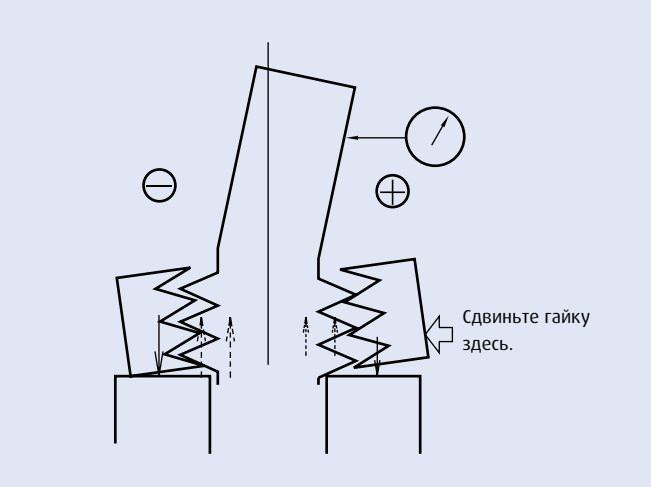
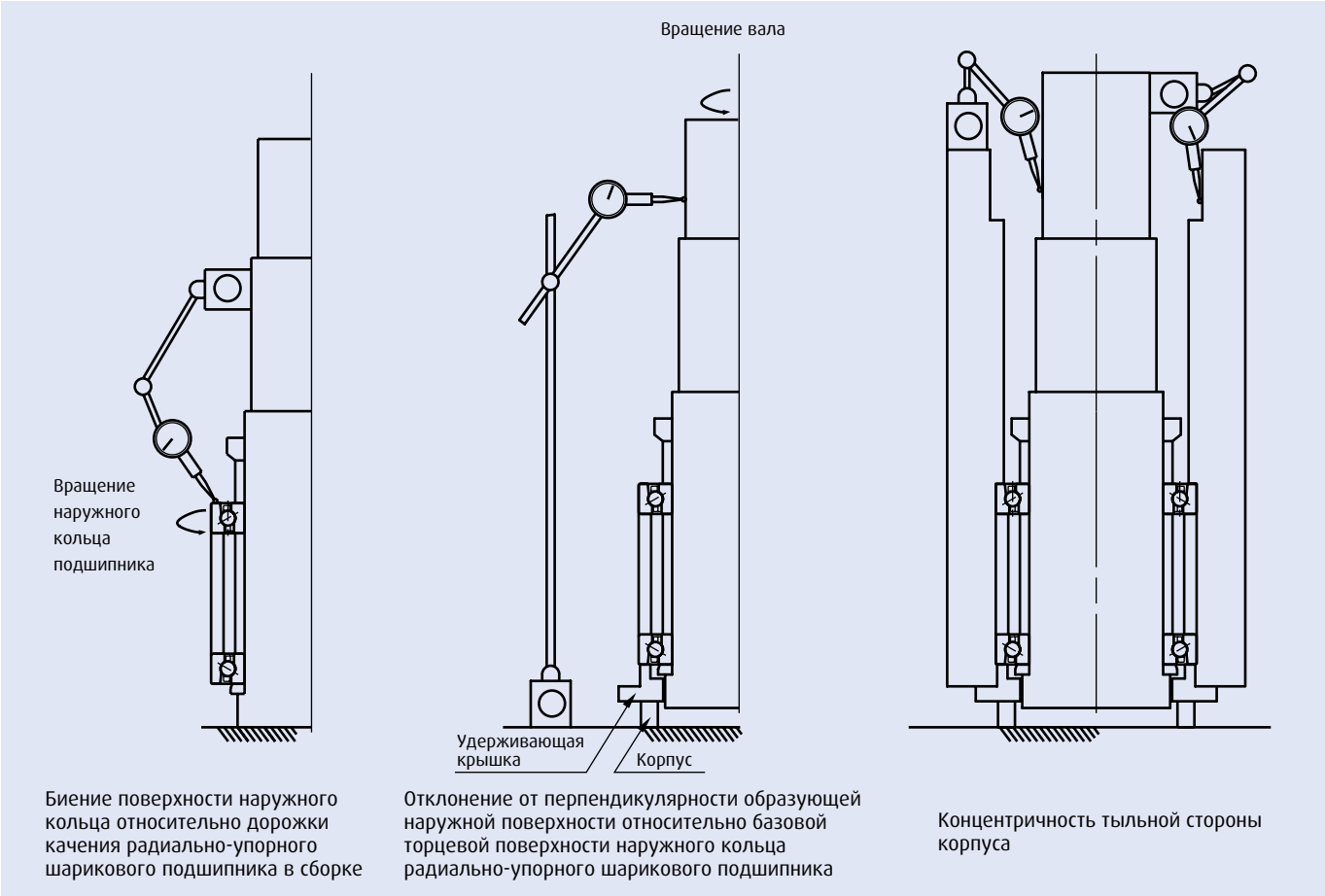


Рис. 1.22 Точность обработки шпинделя механического станка



4.2. Контроль преднатяга после монтажа подшипника

Если преднатяг подшипника качения повышен, увеличивается его жесткость, но также повышается и уровень тепловыделения, а в крайних случаях может возникать заедание. Следовательно, необходимо тщательно следить за тем, чтобы преднатяг оптимальным образом отвечал условиям эксплуатации. Метод измерения преднатяга для радиально-упорного шарикового подшипника описан ниже. Преднатяг цилиндрического роликового подшипника рекомендуется контролировать посредством использования калибра GN в процессе сборки (см. стр. 202).

Измерение преднатяга радиально-упорного шарикового подшипника

Существует три метода проверки преднатяга подшипников после их установки на вал станка: метод начального момента вращения, метод осевой статической жесткости и метод собственной частоты.

Обобщенные характеристики этих методов приводятся в таблице 1.3.

Таблица 1.3

	Метод начального момента вращения	Метод осевой статической жесткости	Метод собственной частоты
Преимущества	**Используется в случае большого преднатяга.** При высоком начальном моменте вращения погрешность измерения является небольшой.	**Используется в случае легкого преднатяга.**	**Высокая точность измерения. Хорошая повторяемость.**
Недостатки	**Не подходит для легкого преднатяга.** При низком начальном моменте вращения погрешность измерения велика.	**Не подходит для большого преднатяга.** Приспособление для нагружения имеет слишком крупные размеры. Легко подвергается воздействию деформации смежных компонентов, исключая подшипники.	**Не следует игнорировать влияние фиксированного положения шпинделя.**

(1) Метод начального момента вращения

[Характеристика]

Подшипники для высокоскоростных шпинделей валов станочного оборудования часто используются с легким преднатягом, так что начальный момент вращения оказывается низким, а погрешность измерений – высокой.

[Метод]

Значение начального момента вращения получают в основном посредством измерения тангенциального усилия (см. рис. 1.23).

Величину преднатяга рассчитывают, пользуясь отношением между замеренным моментом вращения и преднатягом (см. рис. 1.24).

При неустойчивости во время измерений слоя смазки в области контакта качения происходит прилипание. (Вращение не начинается даже при тангенциальном усилии, и начинается внезапно при постепенном увеличении этого усилия.) Момент вращения при таких обстоятельствах имеет тенденцию быть выше расчетного, и результат этого излишнего измерения следует исключить.

Рис. 1.23 Метод начального момента вращения

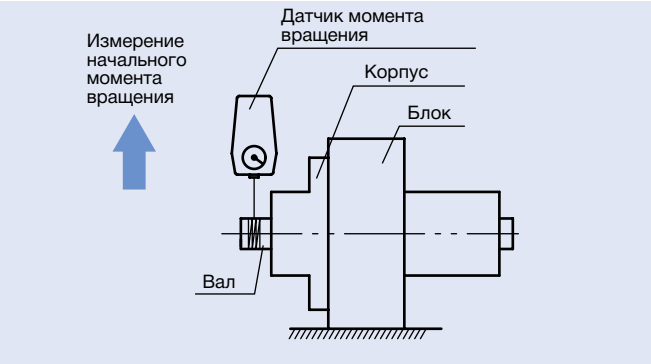
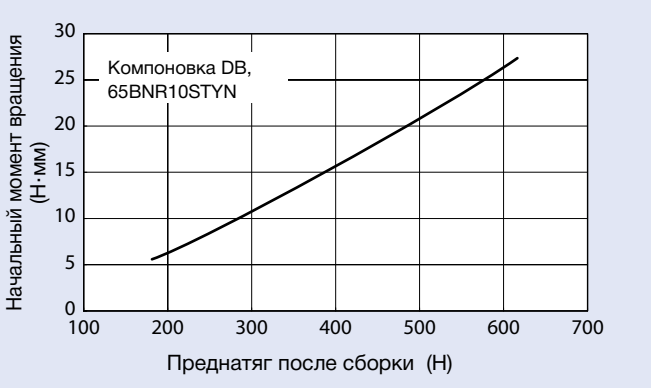


Рис. 1.24 Взаимосвязь начального момента вращения и преднатяга



(2) Метод осевой статической жесткости

[Характеристика]

При высокой осевой жесткости подшипника необходимое для измерения осевое усилие становится очень большим, вследствие чего появляется необходимость в приспособлении для нагружения. (Пример: если осевая жесткость равняется 200 Н/мкм, то для сдвига в 10мкм требуется нагрузка в 2 000 Н.)

При большой нагрузке измерения помимо упругой деформации внутренней части подшипника возникают эффекты поверхностной и упругой деформации сопряженных деталей. Замеренная жесткость имеет тенденцию быть ниже теоретического значения; часто возникают ошибки.

[Метод]

К валу прилагается осевая нагрузка, и для получения величины преднатяга вычисляется смещение вала по оси (см. рис. 1.25 и 1.26).

(3) Метод собственной частоты

[Характеристика]

Измерение чувствительности производится лучше всего, параметр повторяемости оптимален, но процесс измерения подвержен влиянию фиксированного положения шпинделя.

[Метод]

Вал подвергается вибрации в осевом направлении, и одновременно замеряется резонансная частота вала. Величину преднатяга можно вычислить исходя из резонансной частоты (см. рис. 1.27 и 1.28).

Измерение резонансной частоты (F_z) главного вала в осевом направлении

↓ Преобразование

Осевая жесткость пружины главного вала

↓ Преобразование

Преднатяг после сборки

$$F_z = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K_a}{m}} \times 1\,000$$

K_a : Осевая жесткость пружины подшипника (Н/мкм)

F_z : Резонансная частота (Гц)

m : Масса вращающегося тела (кг)

Рис. 1.25 Метод осевой статической жесткости

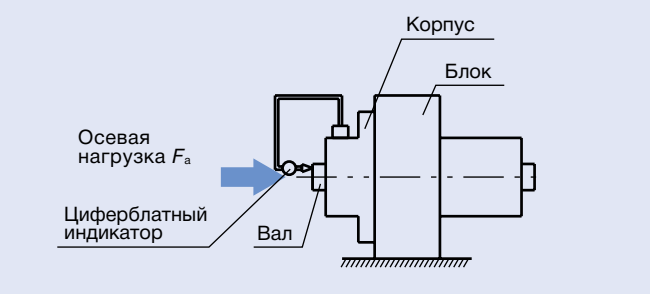


Рис. 1.26 Взаимосвязь между смещением по оси и предварительной нагрузкой

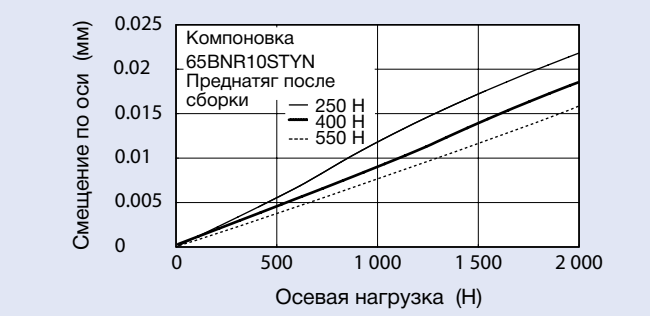


Рис. 1.27 Метод собственной частоты

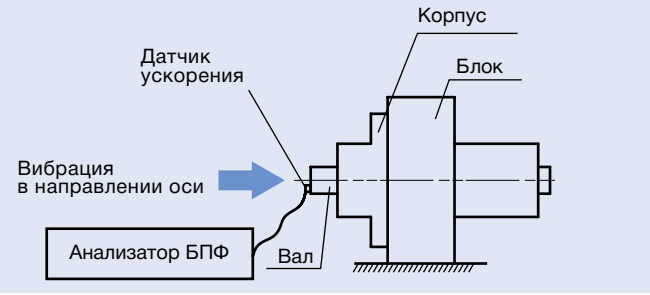
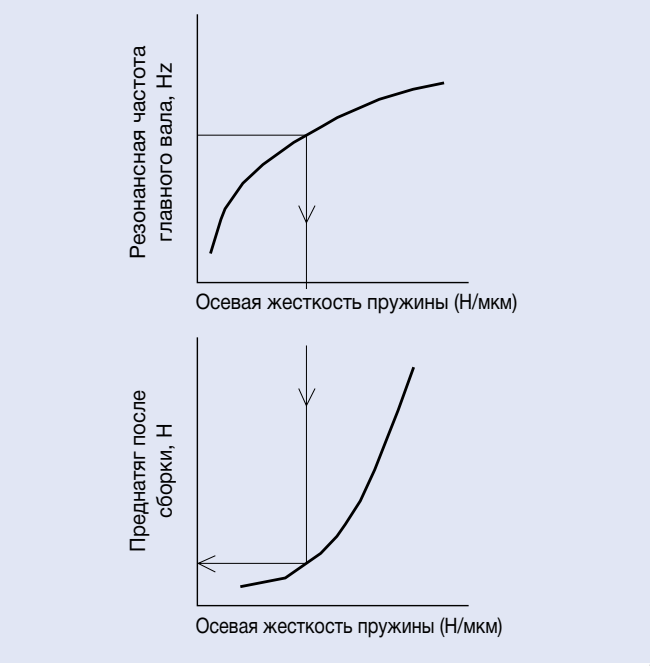


Рис. 1.28 Взаимосвязь между резонансной частотой главного вала и жесткостью пружины



Контроль при эксплуатации

По окончании сборки следует выполнить проверку точности монтажа подшипников. Для того чтобы удостовериться в гладкости хода подшипников, оборудование небольших размеров можно привести в действие вручную. Необходимо проверить подшипники на предмет отсутствия следующих явлений: залипание вследствие наличия посторонних частиц, видимые трещины, неравномерность момента вращения, вызванная неточностью сборки, и непригодность посадочной поверхности. Среди прочих отклонений могут быть избыточный момент вращения вследствие несоразмерности зазора, погрешности монтажа, трение уплотнения.

Если неисправностей нет, можно приступить к пусковому испытанию. В случае с высокоскоростным оборудованием перед выполнением пускового испытания нужно провести процедуру начальной приработки (стр. 212-213). Пусковое испытание следует начинать с низкой скоростью и без нагрузки. Внимательно наблюдайте за ходом испытания с целью определения отклонений. Если все идет нормально, начинайте постепенно увеличивать скорость, нагрузку и т.д. до тех пор, пока не будут достигнуты обычные эксплуатационные условия.

Во время проведения пускового испытания проверьте, не раздается ли посторонний шум, не происходит ли чрезмерное повышение температуры подшипников, нет ли утечки и загрязнения смазочных материалов и т.д.

Выявив какое-либо отклонение, сразу же остановите испытание и обследуйте оборудование. При необходимости подшипник следует демонтировать и также осмотреть.

Хотя температура наружной поверхности корпуса, как правило, может помочь определить температуру подшипника, лучше всего измерять непосредственно температуру наружного кольца подшипника, пользуясь смазочными отверстиями для доступа к нему. Температура подшипника должна увеличиться и стабилизироваться в течение одного-двух часов после начала операции. Если правильный ход работы подшипника нарушается или в процессе монтажа была допущена ошибка, то температура подшипника может резко подняться до ненормально высокого уровня. Причиной такого скачка может стать избыточное количество смазочного материала, недостаточный зазор подшипника, неправильная сборка или повышенное трение уплотнений. При выполнении высокоскоростных режимов неверный выбор типа подшипника или метода смазывания также может привести к непредусмотренному скачку температуры.

Шумы в подшипниках можно проверить при помощи шумомера и других приборов. Признаком аварийного состояния является громкий металлический звук, а также другие нестандартные шумы. Причинами могут послужить непригодная смазка, неточность выверки соосности вала и корпуса, попадание в подшипник инородных частиц. Возможные причины и меры устранения неисправностей приводятся в таблице 3.1.

Таблица 2.1 Причины и меры устранения неисправностей в эксплуатации

Неисправности		Вероятные причины	Меры по исправлению
Шум	Громкий металлический звук ([1])	Ненормальная нагрузка	Уточните посадку, внутренний зазор, преднатяг, положение заплечиков корпуса и т.д.
		Неправильная сборка	Повысьте точность обработки и выверки соосности вала и корпуса, точность методики сборки.
		Недостаточное количество или непригодность смазочного материала	Пополните смазочный материал или подберите другой смазочный материал.
		Соприкосновение вращающихся деталей	Подкорректируйте лабиринтное уплотнение и т.д.
	Постоянный громкий звук	Вмятины, возникшие из-за воздействия посторонних веществ, коррозия, трещины или царапины на дорожках качения	Замените или очистите подшипник, устраните повреждения уплотнений и используйте чистую смазку.
		Бринеллирование	Замените подшипник, проявляя осторожность и тщательность при установке.
		Отслаивание на дорожках качения	Замените подшипник.
	Прерывистый звук	Чрезмерный зазор	Уточните посадку, зазор и преднатяг.
		Проникновение посторонних частиц	Замените или очистите подшипник, устраните повреждения уплотнений и используйте чистую смазку.
		Трещины или отслаивание в шариках	Замените подшипник.
Ненормальное повышение температуры		Избыточное количество смазочного материала	Уменьшите количество смазочного материала или подберите более густую смазку.
		Недостаточное количество или непригодность смазочного материала	Пополните смазочный материал или подберите смазку лучшего качества.
		Ненормальная нагрузка	Уточните посадку, внутренний зазор, преднатяг, положение заплечиков корпуса.
		Неправильная сборка	Повысьте точность обработки и выверки соосности вала и корпуса, точность и методику сборки.
		Деформация посадочной поверхности, чрезмерное трение уплотнения	Исправьте уплотнения, замените подшипник или исправьте посадку или сборку.
Вибрация (радиальное биение вала)		Бринеллирование	Замените подшипник, проявляя осторожность и тщательность при установке.
		Отслаивание	Замените подшипник.
		Неправильная сборка	Обеспечьте перпендикулярность вала по отношению к заплечикам корпуса или торцу проставки.
		Проникновение посторонних частиц	Замените или очистите подшипник, устраните повреждения уплотнений.
Утечка или обесцвечивание смазочного материала		Чрезмерное количество смазки. Попадание посторонних частиц или металлической стружки	Уменьшите количество смазочного материала, подберите более густую смазку. Замените подшипник или смазочный материал. Очистите корпус и смежные детали.

Замечание ([1]) Смазанные консистентной смазкой шариковые подшипники или цилиндрические роликовые подшипники (средних и крупных размеров) могут скрипеть. Это особенно характерно для зимнего времени года, когда температура воздуха низкая. Как правило, скрип не вызывает повышения температуры подшипника, и не влияет на усталостную долговечность подшипника или срок службы смазки. Следовательно, такой подшипник можно продолжать использовать. Если все же скрип Вас беспокоит, обратитесь за консультацией в компанию NSK.

3. ОПЕРАЦИИ НАЧАЛЬНОЙ ПРИРАБОТКИ

Подготовка

После того, как подшипники были установлены надлежащим образом, необходимо выполнить следующие операции приработки.

■ Баланс вала в сборе

Любая разбалансировка вращающихся деталей может вызвать циклическое напряжение или чрезмерные вибрации из-за центробежной силы. В особенности это касается шпинделей, работающих на скорости $d_m n$ 1 000 000 и более. Следовательно, крайне необходимо, чтобы вал в сборе был хорошо сбалансирован.

■ Шпиндель в сборе

Отклонение положения шкивов шпинделя и двигателя для шпиндельных узлов с клиноременным приводом должно быть откорректировано до 0,1 мм или менее. Несоосность валов шпинделя и двигателя с приводом через соединительную муфту должна быть откорректирована до 0,01 мм или менее.

Способ выполнения начальной приработки

Если рабочая скорость после установки подшипника внезапно увеличивается, рабочая температура резко поднимается, в результате чего может произойти повреждение подшипника. Правильное выполнение процедуры начальной приработки в особенности необходимо для подшипников, смазываемых консистентной смазкой. Увеличивайте рабочую скорость постепенно, чтобы первоначально набитая в подшипник смазка полностью распределилась по всем поверхностям контакта дорожки качения. Работа должна проводиться при температуре окружающего воздуха (15°C – 25°C) с одновременным наблюдением за температурой подшипника.

Максимальная рабочая температура внешней части корпуса шпинделя должна быть около 50°C. Не превышайте 55°C. Если происходит резкое повышение температуры, приостановите или замедлите процесс приработки, чтобы температура снизилась. В некоторых шпиндельных узлах цилиндрические роликовые подшипники сочетаются с радиально-упорными шариковыми подшипниками. Поскольку цилиндрические роликовые подшипники могут хуже переносить резкие скачки температуры по сравнению с шариковыми подшипниками, согласование времени постепенного увеличения скорости должно проводиться по роликовым подшипникам.

[Внимание]

При работе шпиндельных узлов в условиях воздушно-масляного смазывания или смазывания масляным туманом существует риск внезапного повышения температуры в начальной стадии эксплуатации или после продолжительного бездействия. Смазочный материал, оставшийся в линиях системы смазывания, может неожиданно перелиться во внутреннюю часть подшипника и вызвать тем самым температурный скачок. Выполнение операции начальной приработки для подшипников с такими системами смазки требует гораздо меньше времени, чем в случае с системами смазывания консистентной смазкой, и рекомендуется пользователям.

(1) Метод непрерывной работы

[Характеристика]

Метод непрерывной работы состоит в постепенном увеличении рабочей скорости, начиная с области малой скорости. Этот процесс занимает некоторое время, но с его помощью оператор машины может диагностировать возможные неисправности главного вала и тем самым избежать дорогостоящих повреждений подшипников.

[Метод]

Максимальная рабочая скорость установки достигается посредством циклического повторения нескольких действий:

Этап 1. Начать с умеренно низкой рабочей скоростью.

Этап 2. Наблюдать за повышением температуры.

Этап 3. Достижение стабильной температуры.

Этап 4. Продолжать последовательно увеличивать рабочую скорость.

Повторяйте вышеописанный цикл до тех пор, пока не будет достигнута равномерная температура при максимальной рабочей скорости; разделите процедуру на десять стадий и определите целевую скорость для каждой из них. Затем повторяйте вышеописанный цикл в течение одного или двух часов, пока не будет достигнута целевая скорость данной стадии. Перейдите к следующей стадии и повторяйте приведенный выше цикл до тех пор, пока не будет достигнута ее целевая скорость.

Рис. 3.1 Изменения температуры при работе с постоянной скоростью

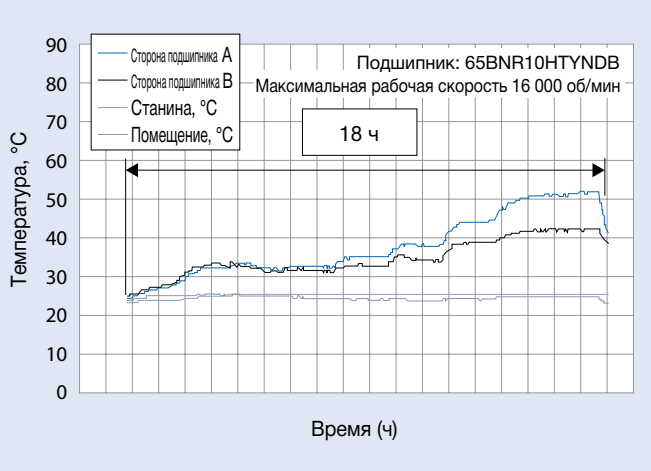
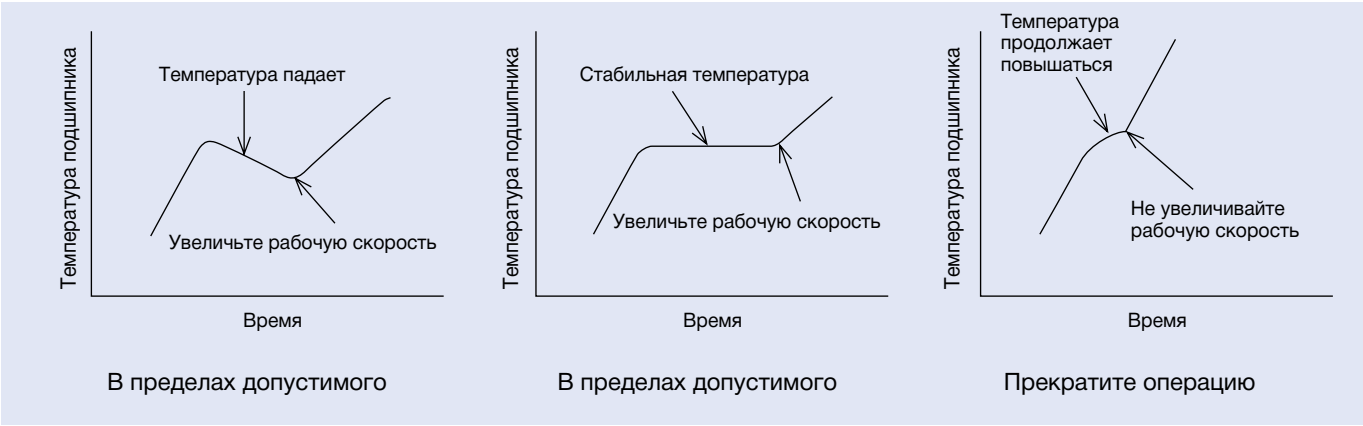


Рис. 3.2 Увеличение рабочей скорости при непрерывной работе



Увеличивайте рабочую скорость, когда температура повышается в пределах допустимого.

(2) Метод приработки в прерывистом режиме

[Характеристика]

Приработка в кратковременном режиме осуществляется путем остановки работы и стабилизации температур перед резким повышением температуры, вызываемым внезапной подачей смазки во внутреннюю область подшипника в начальной стадии эксплуатации. Этот метод позволяет сократить требуемое на приработку время. Для различных станков и компоновок подшипников существуют разные способы приработки в кратковременном (или прерывистом) режиме. Убедитесь в том, что компоновка подшипников соответствует требованиям к применению в конкретном шпинделе.

[Метод]

Во-первых, возьмите максимальное значение рабочей скорости и разделите его на восемь или десять стадий, чтобы определить для каждой из них максимальную целевую скорость. Каждая стадия делится на десять циклов длиной приблизительно в одну минуту. В течение каждого цикла следует быстро увеличивать скорость шпиндельного узла до целевой отметки текущей стадии, а затем снижать скорость до нуля. Повторите этот цикл до десяти раз. Перейдите к следующей стадии и вновь повторите описанный выше цикл 10 раз, достигая целевой скорости для данной стадии. На рис. 2.3 приведены данные о повышении температуры для подшипника с максимальной рабочей скоростью 16 000 об/мин. Процесс достижения максимальной скорости в данном случае разделили на восемь стадий, каждая из которых состояла из десяти циклов ускорения и замедления. На рис. 2.4 показан пример одного цикла. Желательно, чтобы скорость вращения была невысокой, примерно 500 об/мин в течение 15 минут, за это время смазка разойдется до начала эксплуатации. После операции приработки желательно выполнить основную операцию в течение часа на максимальной скорости.

Рис. 3.3 Изменение температуры при прерывистом режиме работы

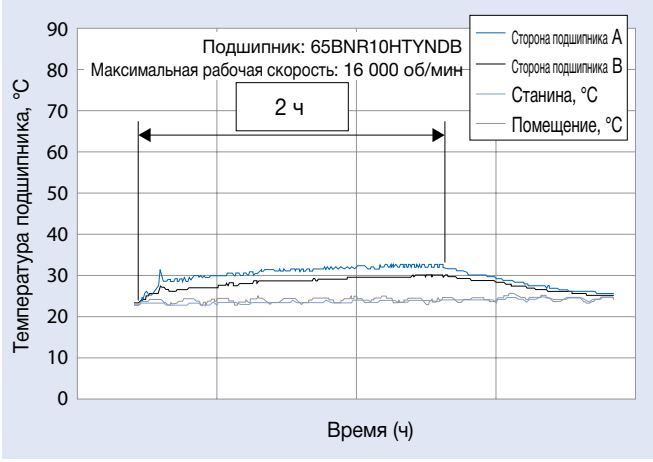
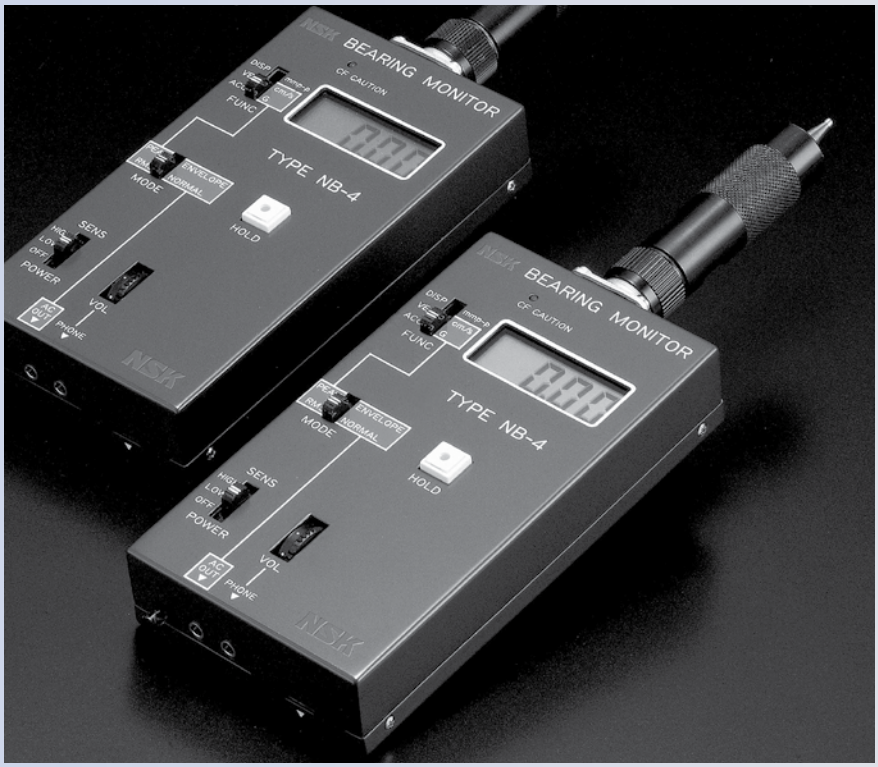


Рис. 3.4 Один цикл приработки в прерывистом режиме



Диагностика отказов

Часть 7

Диагностика отказов подшипников

1. Отказы подшипников и корректирующие действия 216-219
2. Диагностика по звуку и вибрации 220-223

ПОДШИПНИКОВ

Техническое обслуживание, контроль и исправление дефектов

Для того чтобы подшипник как можно дольше сохранял свои исходные технические характеристики, необходимо проводить надлежащее техническое обслуживание и инспектирование. При выполнении соответствующих процедур многих проблем, связанных с подшипниками, можно избежать, а надежность, производительность и эксплуатационные расходы на оборудование, в котором установлены подшипники, улучшаются. Рекомендуется периодически проводить техническое обслуживание подшипников согласно указанным ниже процедурам. Такое техническое обслуживание включает проверку рабочего состояния, добавление или замену смазки и регулярное инспектирование.

Необходимо регулярно проверять следующее: шум подшипника, вибрации, температуру и смазку. Если дефект обнаружен при эксплуатации подшипника, необходимо определить причину и выполнить соответствующие корректирующие действия, как это показано в таблице 2.1.

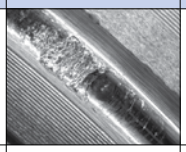
При необходимости, подшипник надо демонтировать и тщательно осмотреть.

Отказы подшипников и корректирующие действия

Если подшипники качения используются правильно, они прослужат весь расчетный период.

Тем не менее, подшипники часто выходят из строя преждевременно из-за ошибок, которых можно избежать. Такие преждевременные поломки связаны с неправильной установкой, ненадлежащим уходом и смазкой, попаданием посторонних частиц или аномальным тепловыделением. Например, причиной задиров на буртике может являться использование неподходящей смазки, дефектная система смазки, попадание посторонних частиц, ошибка при монтаже, чрезмерный прогиб вала или несколько из этих причин одновременно. Таким образом, действительную причину некоторых преждевременных отказов определить сложно. Если все условия во время отказа, а также предшествующие ему, известны, включая условия применения, эксплуатационные условия и окружающую среду, то, изучив характер поломки и ее возможные причины, можно уменьшить вероятность возникновения подобной поломки в будущем. В таблице 1.1 представлены наиболее часто встречающиеся типы отказов подшипников, их причины и корректирующие действия.

Таблица 1.1 Причины отказов подшипников и корректирующие действия.

Тип отказа	Отклонения	Фото	Возможные причины	Корректирующие действия
Отслаивание	Отслаивание на одной стороне дорожки качения радиального подшипника		Неправильная осевая нагрузка (разрушение, вызванное относительным смещением колец подшипника)	Следует использовать посадку с зазором по наружному кольцу подшипника в плавающей опоре, чтобы компенсировать температурное расширение вала.
	Рисунок отслаивания направлен в сторону дорожки качения в радиальных шарикоподшипниках. Отслаивание ближе к краю дорожки качения и поверхности качения в роликоподшипниках		Неправильная установка, отклонение вала, неправильное центрирование, неправильные допуски вала и корпуса	Необходимо соблюдать осторожность при монтаже и центрировании, подобрать подшипник с большим зазором, улучшить отклонение от перпендикулярности вала и буртика корпуса
	Отслаивание дорожки качения с шагом, равным шагу между телами качения		Большие ударные нагрузки при монтаже, коррозия, вызванная продолжительным простоем подшипника, ошибки при монтаже цилиндрических роликоподшипников	Необходимо соблюдать осторожность при монтаже подшипника и нанести антикоррозийные средства, если оборудование остановлено на длительный период
	Преждевременное отслаивание на дорожках качения или телах качения		Недостаточный зазор, чрезмерная нагрузка, неподходящая смазка, ржавчина и т.д.	Подобрать соответствующую посадку, зазор в подшипнике и смазку
	Преждевременное отслаивание в комбинированных подшипниках		Чрезмерная предварительная нагрузка	Отрегулировать преднатяг
Задиры	Задиры и полосы между поверхностями дорожки качения и телами качения		IНесоответствующая первоначальная смазка, чрезмерное количество консистентной смазки, высокое ускорение при приработке	Использовать более мягкую смазку и избегать быстрого ускорения

Тип отказа	Отклонения	Фото	Возможные причины	Корректирующие действия
Задиры	Задиры или полосы между торцом роликов и направляющим бортом		Несоответствующая смазка, неправильная установка и большая осевая нагрузка	Подобрать соответствующую смазку и изменить способ монтажа
Трещины	Трещины на наружном или внутреннем кольце		Чрезмерные ударные нагрузки, сильный натяг при посадке, плохая цилиндричность вала, несоответствующая величина конуса втулки, большой радиус галтели, развитие температурных трещин и увеличение отслаивания	Изучить условия нагрузки, изменить посадку подшипника и втулки; улучшить точность при обработке вала и втулки. Исправить радиус галтели (радиус галтели должен быть меньше радиуса фаски подшипника).
	Трещины на телах качения. Разлом борта		Развитие отслаивания ввиду ударов по борту во время монтажа или падения подшипника	Осторожно обращаться с подшипником при хранении и монтаже
	Разрушение сепаратора		Несоответствующая нагрузка на сепаратор вследствие неправильного монтажа или использования ненадлежащей смазки.	Исключить ошибки при монтаже, проверить метод смазки и смазочный материал.
Вмятины	Вмятины на дорожках качения с таким же рисунком, как и на телах качения (бринеллирование)		Ударная нагрузка во время монтажа или чрезмерная нагрузка при отсутствии вращения	Осторожно обращаться с подшипником
	Вмятины на дорожках качения и телах качения		Попадание инородных тел, таких как металлическая стружка или песок	Промыть корпус, улучшить уплотнение, использовать чистую смазку
Аномальный износ	Ложное бринеллирование (явление схожее с бринеллированием)		Вибрация подшипника без вращения вне эксплуатации, например при транспортировке, или качательное движение небольшой амплитуды	Защитить вал и корпус, использовать масло в качестве смазки, уменьшить вибрацию посредством применения предварительной нагрузки
	Фреттинг. Локализованный износ рыже-коричневого цвета на посадочной поверхности		Небольшой износ посадочной поверхности	Увеличить натяг и использовать масло в качестве смазки.
	Износ дорожки качения, тел качения, борта и сепаратора		Попадание инородных тел, неправильная смазка, ржавчина	Улучшить уплотнение, промыть корпус и использовать чистую смазку
	Проскальзывание, износ с вмятинами на посадочной поверхности		Недостаточный натяг или недостаточное закрепление втулки	Изменить посадку и затянуть втулку
Заедание	Изменение цвета или расплавление дорожки, тел качения и борта		Недостаточный зазор, неправильная смазка, неправильный монтаж	Проверить внутренний зазор и посадку подшипника, применить достаточное количество подходящей смазки и улучшить метод установки сопрягающихся деталей
Коррозия и ржавчина	Ржавчина и коррозия на поверхности посадки и внутренних поверхностях подшипника		Конденсация воды из воздуха, фреттинг-коррозия или попадание частиц ржавчины	Соблюдать меры предосторожности при хранении подшипников, избегать высоких температур и высокой влажности, наносить антикоррозийную защиту, если оборудование простаивает долгое время

Следы эксплуатации и прилагаемые нагрузки

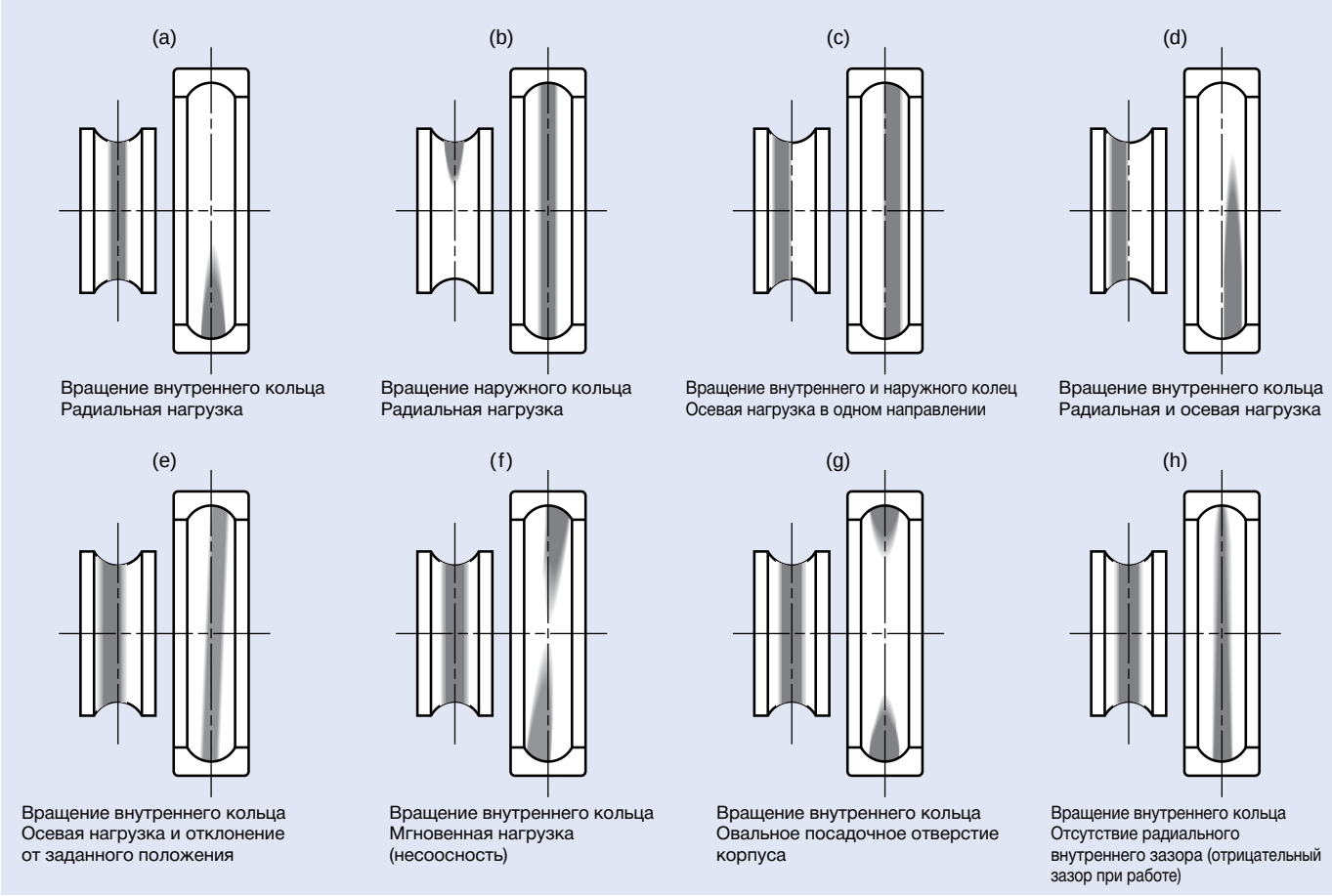


Рис. 1.1 Типичные следы эксплуатации радиальных шарикоподшипников

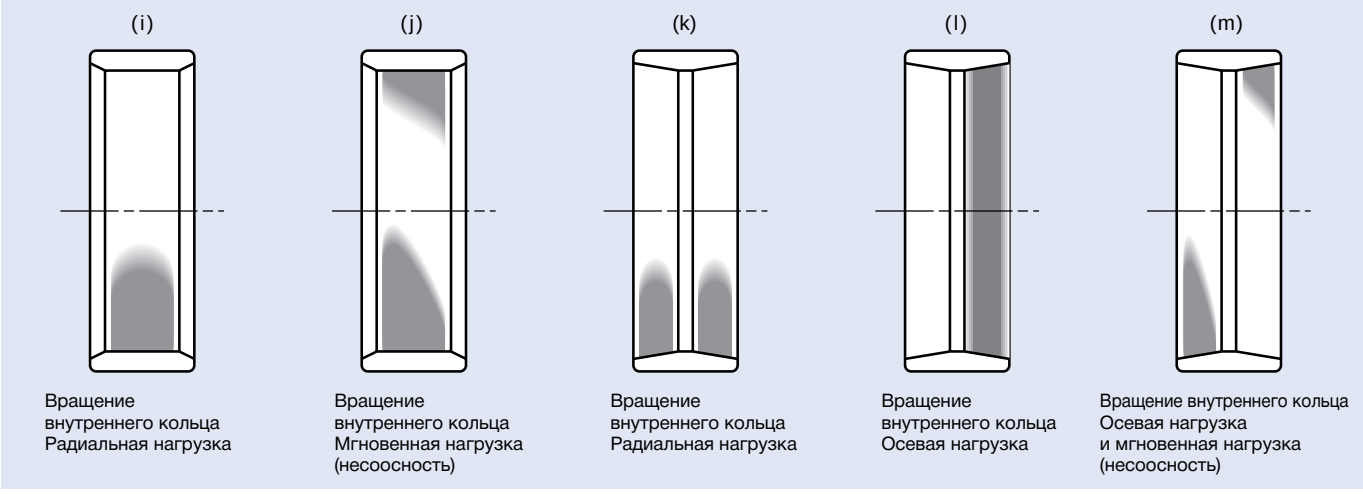


Fig. 1.2 Типичные следы эксплуатации шарикоподшипников

Таблица 1.2 Приложение. Таблица диагностики подшипников

Повреждение	Место (явление)	Типичные причины													Примечания
		Обращение		Рабочая среда			Смазка		Нагрузка			Скорость			
		Хранение, транспортировка	Монтаж	Вал, корпус	Уплотнение, вода, грязь	Температура	Смазочный материал	Метод смазки	Чрезмерная нагрузка	Мгновенная нагрузка	Слишком низкая нагрузка	Высокая скорость, высокое ускорение	Вибрации и неподвижное положение	Выбор подшипника	
1. Отслаивание	Дорожка качения. Поверхность качения		○	○	○		○	○	○	○				○	
2. Шелушение	Дорожка качения. Поверхность качения				○		○	○			○	○			
	Периферийная поверхность подшипника			○*	○		○	○							* Сопряженные детали качения
3. Задиры	Торцевая поверхность роликов, поверхность борта		○	○	○		○	○	○	○		○			
	Направляющая поверхность сепаратора, поверхность кармана сепаратора		○		○		○	○							
4. Полосы (Размывание)	Дорожка качения. Поверхность качения				○		○	○			○	○			
5. Разлом	Поверхность дорожки качения, ролики	○	○	○					○	○					
6. Трещины	Кольца дорожки качения, элементы качения		○	○		○			○	○					
	Поверхность борта, торец роликов, направляющая поверхность сепаратора (термические трещины)			○				○	○	○					
7. Повреждение сепаратора	Деформация, разрушение		○	○					○	○					
	Износ		○		○		○	○	○	○		○			
8. Вмятины	Дорожка качения. Поверхность качения (множество маленьких вмятин)				○			○							
	Дорожка качения (обломки по телам качения)	○	○						○				○		
9. Точечная коррозия	Дорожка качения. Поверхность качения				○		○	○							
10. Износ	Дорожка качения. Поверхность качения, буртик, торец роликов		○		○		○	○							
11. Фреттинг	Дорожка качения. Поверхность качения	○	○	○			○	○	○			○	○		
	Наружная, внутренняя, боковая поверхность подшипника (контакт с корпусом и валом)		○	○					○						
12. Ложное бринеллирование	Дорожка качения. Поверхность качения	○					○	○					○		
13. Ползучесть	Дорожка качения. Поверхность качения		○	○		○	○*	○*	○			○			* Посадка с зазором
14. Заедание	Поверхность посадки		○	○	○		○	○	○	○		○		○	
15. Электрическая коррозия	Дорожка качения. Поверхность качения		○*	○*											* Электричество проходит через тела качения
16. Ржавчина и коррозия	Дорожка качения, тела качения, сепаратор	○	○		○	○	○	○							
17. Дефекты при монтаже	Дорожка качения. Поверхность качения		○	○											
18. Изменение цвета	Дорожка качения, тела качения, сепаратор					○	○	○							

Примечание: Эта таблица неполная. Она содержит лишь наиболее часто встречающиеся виды повреждений, места их расположения и причины.

2. ДИАГНОСТИКА ПО ЗВУКУ И ВИБРАЦИИ

Классификация звуков и вибраций

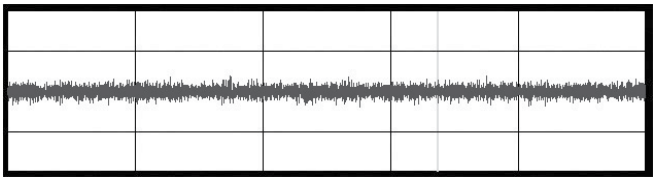
Вращение подшипников качения сопровождается звуком и вибрацией. Тон и амплитуда звука варьируется в зависимости от типа подшипника, условий установки и эксплуатации и т.д. Звук и вибрацию подшипников качения можно разбить по четырем категориям, а каждую категорию можно еще разбить на несколько подкатегорий, как показано в таблице 2.1. Тем не менее, определить границы между такими группами сложно. Даже если некоторые типы звуков и вибраций характерны для подшипников, их громкость может зависеть от производственного процесса, в то время как некоторые типы звуков и вибраций, даже если они появляются в связи с производственным процессом, невозможно устранить в нормальных условиях.

Определить причину звука можно посредством записывания звуков и вибраций работающего станка и анализируя их. Как показано на следующей странице, нормально функционирующий подшипник имеет стабильную форму волны. А подшипник с царапиной, например, демонстрирует волну с широкими колебаниями, указывающими на звуки сильной амплитуды через равные промежутки времени. Компания NSK производит прибор для диагностики состояния подшипников Bearing Monitor NB-4, который замеряет вибрации для определения отклонений в работающем станке. Причины отклонений можно также определить при помощи NB-4 и записывающего оборудования, например, персонального компьютера.

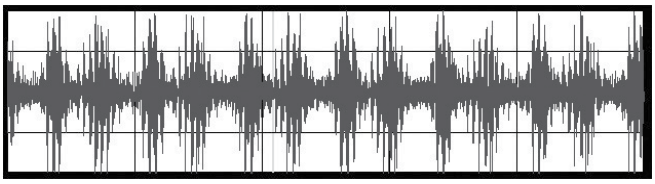
Таблица 2.1 Классификация звуков и вибраций в подшипниках качения

	Звук		Вибрация		Характеристики
Структурные	Шум дорожки качения		Свободные колебания кольца дорожки качения		Продолжительный шум, обычно издаваемый всеми подшипниками
	Щелчки		Свободные колебания кольца дорожки качения, сепаратора		Регулярный шум через определенные интервалы, крупные подшипники и горизонтальный вал, радиальная нагрузка и низкая чистота вращения
	Скрип		Свободные колебания кольца дорожки качения		Продолжительный или прерывистый, в основном, крупные цилиндрические роликоподшипники, радиальная нагрузка, смазывание консистентной смазкой, на определенной скорости
	Шум в сепараторе	Шум “CK”	Свободные колебания сепаратора		Регулярный шум через определенные интервалы, все типы подшипников издают такой звук
		Шум “CG”	Вибрация сепаратора		Прерывистый или продолжительный звук, смазка определенным смазочным материалом
		Постукивание	Свободное колебание сепаратора		Через определенные интервалы, не так регулярно при радиальной нагрузке и во время приработки
	—		Вибрация тел качения при проходе		Продолжительный, все типы подшипников при радиальной нагрузке
Производственные	Шум, вызванный рифленой поверхностью		Вибрация вследствие рифлености поверхности	Внутреннее кольцо	Продолжительный шум
				Наружное кольцо	Постоянный шум
				Элементы качения	Постоянный шум, если ролики, и периодический, если шарики
При обращении с подшипниками	Шум, вызванный дефектами		Вибрации, вызванные дефектами	Внутреннее кольцо	Регулярный шум через определенные интервалы
				Наружное кольцо	
				Элементы качения	
	Шум, вызванный загрязнениями		Вибрации, вызванные загрязнением		Нерегулярный характер
Прочее	Шум от уплотнения		Свободное колебание уплотнениям		Контактное уплотнение
	Шум, вызванный смазкой		—		Нерегулярный характер
	—		Биение	f_r	Продолжительный
				f_c	Продолжительный
				$f_r - 2 f_c$	Продолжительный

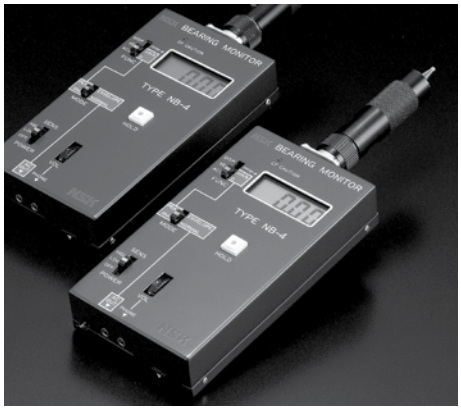
n: Положительное целое число (1, 2, 3...)
Z: Количество тел качения
f_{RIN}: Собственная частота автоколебаний кольца в радиальном направлении, Гц
f_{MI}: Собственная частота автоколебаний, направленных под углом, с учетом инертности наружного кольца, Гц
f_r: Частота вращения внутреннего кольца, Гц



Звуковой сигнал нормального подшипника



Звуковой сигнал подшипника с царапиной



Устройство для измерения вибрации, Bearing Monitor NB-4 (см. стр. 128)

Общая частота (анализ частот)			Источник	Корректирующие действия
Быстрое преобразование Фурье (БПФ) исходной волны		БПФ после преобразования (базовый номер)		
Радиальное (угловое) направление	Осевое направление			
f_{RiN}, f_{MI}	f_{AiN}, f_{AM}	—	Выборочный отклик волнистости (трение качения)	Улучшить жесткость вокруг подшипника, подобрать соответствующий радиальный зазор, высоковязкую смазку, использовать высококачественные подшипники
f_{RiN}, f_{MI}	f_{AiN}, f_{AM}	$Z f_c$	Столкновение элементов качения с внутренним кольцом или сепаратором	Уменьшить радиальный зазор, установить преднатяг, использовать высоковязкое масло
Собственная частота сепаратора				
(f_{R2N}, f_{R3N})	—	?	Само-индуцированные колебания, вызванные трением скольжения по поверхности качения	Уменьшить радиальный зазор, установить преднатяг, сменить смазку, заменить на другой подшипник
Собственная частота сепаратора		f_c	Столкновение сепаратора с элементами качения или кольцами	Установить преднатяг, использовать высоковязкую смазку, исключить ошибки при монтаже
Собственная частота сепаратора		?	Само-индуцированные колебания, вызванные трением по направляющей поверхности сепаратора	Сменить марку смазки, заменить сепаратор
Собственная частота сепаратора		$Z f_c$	Столкновение сепаратора с элементами качения, вызванное сопротивлением смазки.	Уменьшить радиальный зазор, установить преднатяг, использовать низковязкую смазку
$Z f_c$	—	—	Смещение внутреннего кольца из-за прохода элементов качения	Уменьшить радиальный зазор, установить преднатяг
$nZ f_i \pm f_r$ ($nZ \pm 1$ пик)	$nZ f_i$ (nZ пик)	—	Волнистость дорожки качения внутреннего кольца, неровность наружной поверхности вала	Использовать высококачественные подшипники, улучшить точность вала
$nZ f_c$ ($nZ \pm 1$ пик)	$nZ f_c$ (nZ пик)	—	Волнистость дорожки качения наружного кольца, неровное внутреннее отверстие корпуса	Использовать высококачественные подшипники, улучшить точность внутреннего диаметра корпуса
$2n f_b \pm f_c$ ($2n$ пик)	$2n f_b$ ($2n$ пик)	—	Волнистость элементов качения	Использовать высококачественные подшипники
f_{RiN}, f_{MI}	f_{AiN}, f_{AM}	$Z f_i$	Трещинки, вмятины, ржавчина, отслаивание на дорожке качения внутреннего кольца	Замена подшипников и бережное хранение
		$Z f_c$	Трещинки, вмятины, ржавчина, отслаивание на дорожке качения внутреннего кольца	Замена подшипников и бережное хранение
		$2 f_b$	Трещинки, вмятины, ржавчина, отслаивание на телах качения	Замена подшипников и бережное хранение
f_{RiN}, f_{MI}	f_{AiN}, f_{AM}	Нерегулярно	Попадание грязи	Промыть, откорректировать уплотнения
Собственная частота уплотнения		(f_r)	Само-индуцированные колебания, вызванные трением по контактной поверхности уплотнения	Заменить уплотнение, сменить смазку
?	?	Нерегулярно	Смазка или пузырьки смазки раздавливаются между телами качения и дорожкой качения	Поменять смазку
f_r	—	—	Сечение внутреннего кольца неправильной формы	Использовать высококачественные подшипники
f_c	—	—	Изменение шариков в подшипнике, неравномерная удаленность тел качения	Использовать высококачественные подшипники
$f_r - 2f_c$	—	—	Нелинейные колебания в связи с жестким отклонением, вызванным отклонением шариков	Использовать высококачественные подшипники

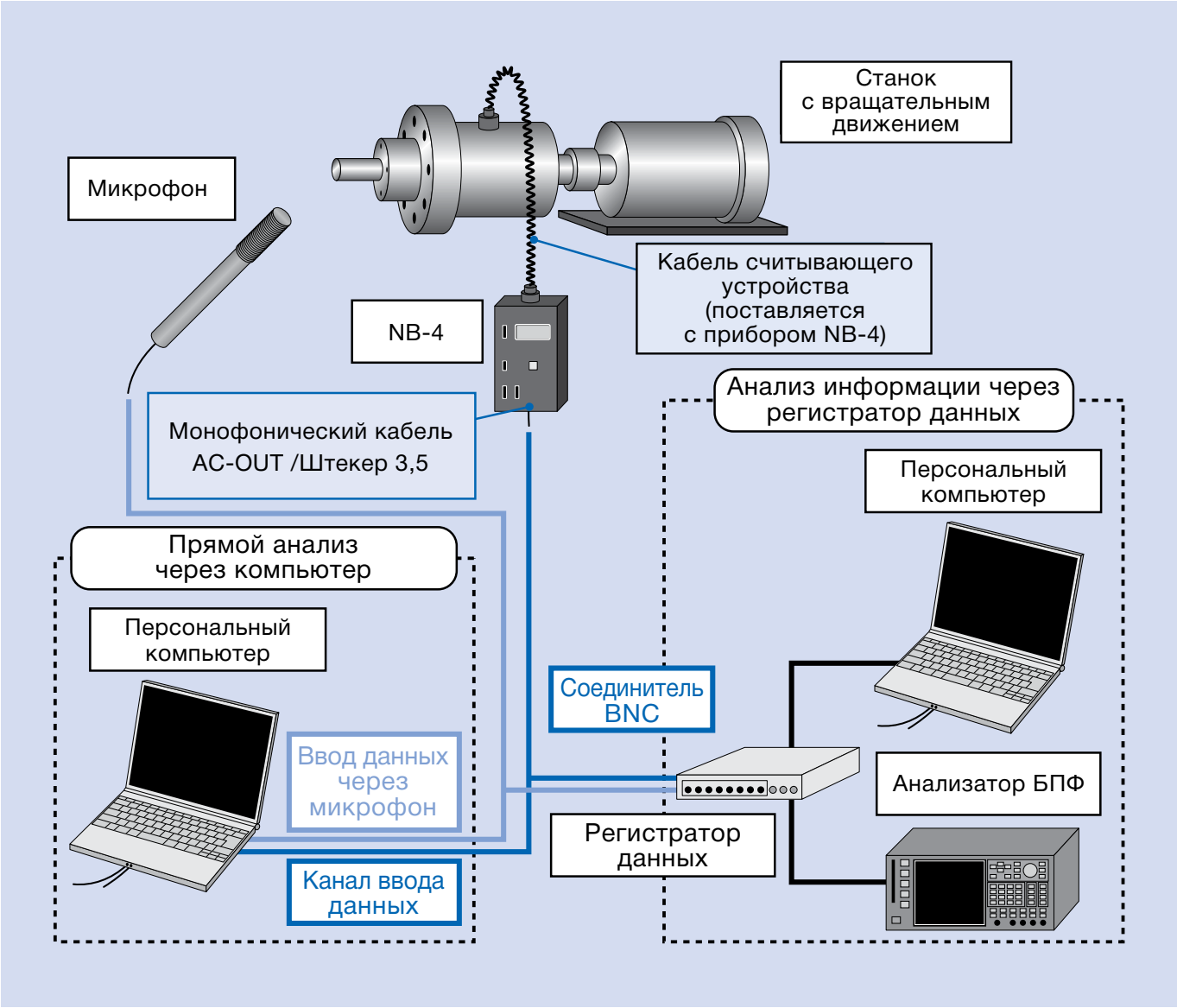
f_c: Планетарная частота врещения тел качения, Гц
f_{AiN}: Собственная частота частота автоколебаний кольца в осевом направлении, Гц
f_{AM}: Собственная частота автоколебаний при вибрации наружного кольца в осевом направлении, Гц
f_i: $f_i = f_r - f_c$, Гц
f_b: Частота вращения тела качения вокруг своей оси, Гц

Как записывать сигналы звука и вибраций

Анализируя звук и вибрации станков с вращательным движением, можно установить причину ненормальной вибрации. Мы опишем далее, как записывать вибрации при помощи устройства Bearing Monitor NB-4 (см. стр. 128), а также как записывать звук при помощи микрофона.

Звуки и вибрации необходимо записывать как при нормальных, так и аномальных условиях, чтобы опередить причины отклонений.

Рис. 2.1 Структура записывания сигналов звука и вибраций



Меры предосторожности при записывании сигналов звуков и вибраций

Анализировать записанные данные будет гораздо проще, если соблюсти следующие меры предосторожности:

1) Остановите работу рядом стоящих станков, чтобы исключить записывание посторонних звуков и вибраций.

2) Записывайте шумы и вибрации, как в нормальных, так и аномальных условиях.

3) Прослушайте записанные шумы и вибрации, чтобы определить отклонения.

4) Записывайте шумы и вибрации, изменяя количество оборотов станка (например, 100 об/мин, 800 об/мин. и 2 000 об/мин).

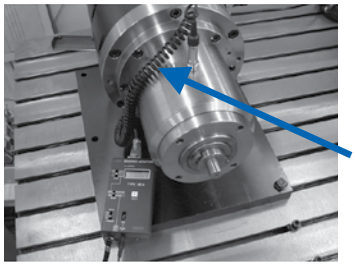
Как записывать вибрации при записывании сигналов напрямую через компьютер

Необходимое оборудование:

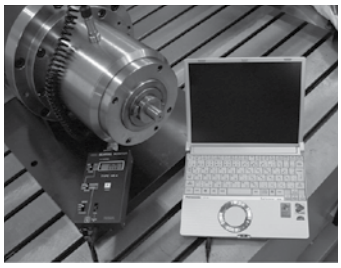
Устройство для диагностики состояния подшипников NB-4

Персональный компьютер (с портом для линии трансляции и программой записывания сигналов)

Монофонический кабель для записывания сигналов (с диаметром штекера 3,5 с одной стороны)

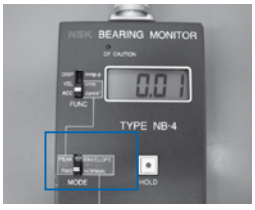


Подсоедините считывающий кабель к устройству NB-4, а затем прикрепите считывающий порт к станку, анализ которого Вы хотите провести. Чтобы измерить вибрации, считывающий порт лучше закрепить рядом с тем местом, где в станке установлен подшипник.

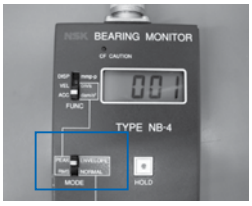


Соедините устройство NB-4 (AC-OUT) и записывающее оборудование (на рисунке слева, вход микрофона на персональном компьютере), используя монофонический кабель (штекер диаметром 3,5 со стороны устройства NB-4).

*1 Входная клемма микрофона может использоваться как заменитель, хотя в зависимости от величины вибрации, она может не считать сигнал, который выходит за заданный диапазон.



Записывание вибраций вращения (NORMAL)



Записывание вибраций, вызванных царапиной внутри подшипника (ENVELOPE)

Установите устройство NB-4 на ACC-NORMAL при измерении вибраций при вращении у станка. И установите устройство NB-4 на ACC-ENVELOPE (анализ огибающей*2) при измерении вибраций, вызванных наличием царапины внутри подшипника.

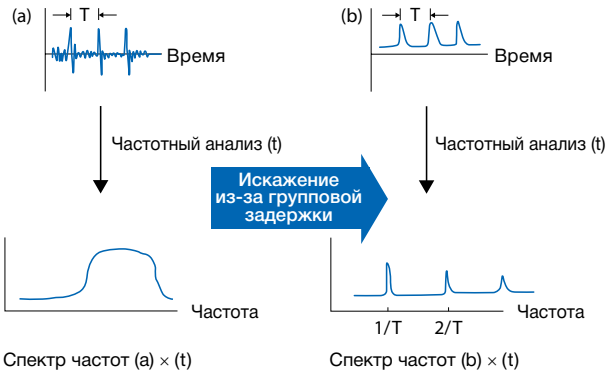
Начните записывать сигналы вибрации при помощи программы записывания звуков. Настройте уровень записи персонального компьютера так, чтобы поддерживать входной сигнал в заданном диапазоне. Рекомендуется вести запись звука в течение как минимум 20 секунд.

Сохраните записанные данные. (Помните, что некоторые данные вибрации могут быть потеряны в зависимости от формата.)

Проанализируйте записанные данные по вибрации, чтобы определить отклонения.

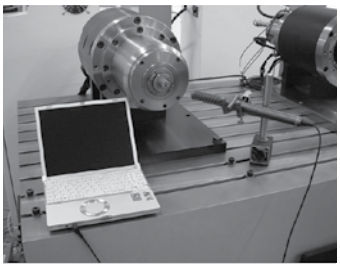
*2 Анализ огибающей

Повреждение поверхности дорожки качения или элемента качения может вызвать ударную вибрацию через регулярные промежутки времени. В этом случае БПФ анализ сигналов вибрации не может определить частотные составляющие, порождаемые повреждением. В таких условиях анализ огибающей, который дает искажение из-за групповой задержки исходных форм волны для анализа частот, может определить эти частотные составляющие. Для анализа огибающей оборудование должно иметь функцию обработки огибающей.

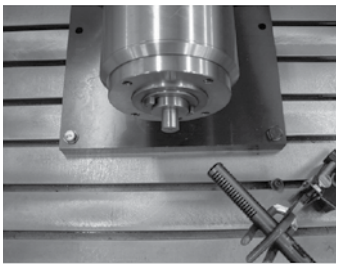


Как записывать шумы напрямую через компьютер

Необходимое оборудование:
Микрофон для измерения уровня звука
Персональный компьютер (оснащенный входной клеммой микрофона и программой записи звука)



Подсоедините микрофон к записывающему оборудованию. Мы рекомендуем использовать микрофон с частотными характеристиками*3, позволяющими эффективно записывать шумы станков. Необходимо использовать микрофон для измерения звуков, потому как встроенный в персональный компьютер микрофон подходит только для записи человеческого голоса, и не годится для записи шумов и звуков, издаваемых станками.



Установите микрофон на соответствующем расстоянии от инспектируемого станка. (Если микрофон установить слишком близко, будет записываться звук завихрений воздуха, а если установить слишком далеко, уровень звука будет слишком низкий.) Рекомендуется остановить работу расположенных рядом станков, чтобы исключить внешний шум, который может осложнить в дальнейшем анализ записанного звука. Используйте однонаправленный микрофон, по возможности, опять-таки для того, чтобы исключить внешний шум.

При помощи записывающего оборудования начните запись. Настройте уровень записи персонального компьютера так, чтобы он поддерживал входные сигналы в рамках заданного диапазона.

Сохраните записанные данные. (Помните, что некоторые данные вибрации могут быть потеряны в зависимости от формата.)

Прослушайте записанные данные, чтобы определить отклонения.

*3 Частотные характеристики микрофона
Частотные характеристики микрофона варьируются в зависимости от его типа. Например, микрофон на 60Гц или меньше (см. Рис. 2.2) показывает низкую чувствительность, тогда как другой микрофон (см. Рис. 2.3) демонстрирует стабильные характеристики поддержания хорошей чувствительности для широкого диапазона частот. В связи с чем, микрофон на рис. 2.3 подходит для измерения звуков станков.

Рис. 2.2

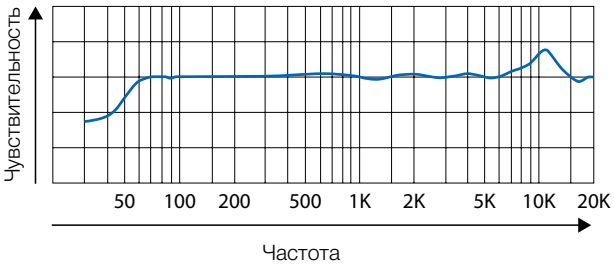
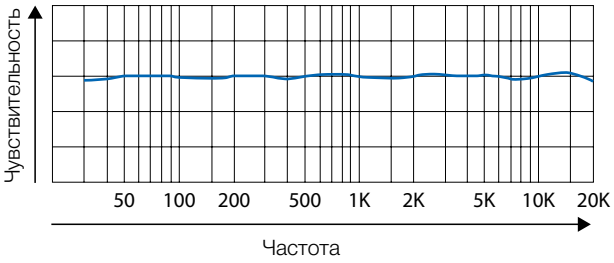
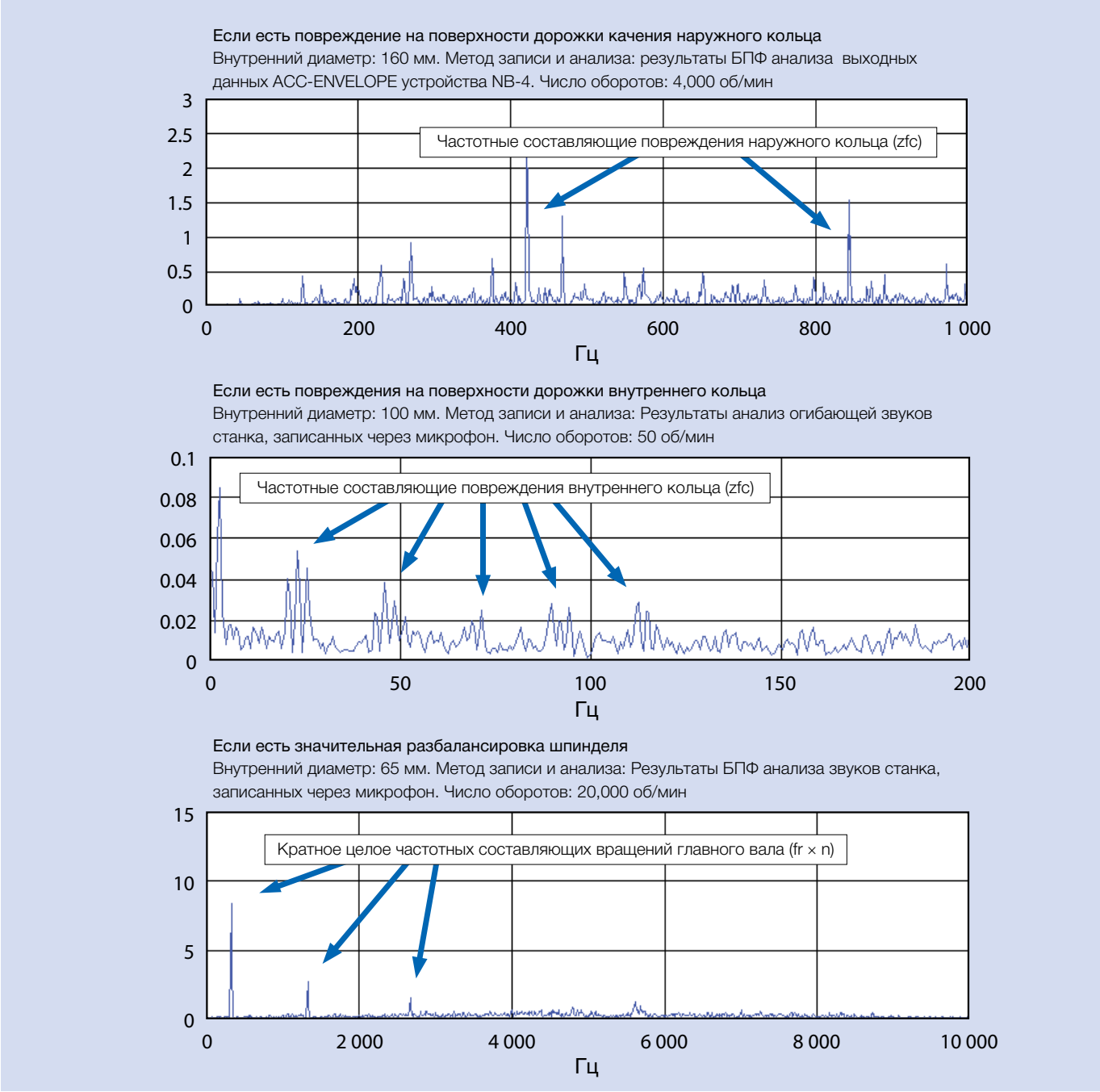


Рис. 2.3



Частотный анализ звуков, записанных таким образом и сохраненных в формате WAV, можно провести при помощи имеющегося в продаже программного обеспечения БПФ. Частоты вибраций или звуков, вызванных повреждением, таким как царапина или рифленость дорожки качения подшипника, можно получить, как это показано на Рис. 2.4. Если при частотном анализе, проводимом при помощи программного обеспечения БПФ, выявлены такие частотные составляющие, это говорит о том, что поверхность подшипника может быть повреждена. По запросу компания NSK может провести анализ звуков, хранящихся в файле WAV. По такому запросу компании NSK необходимо предоставить запись звуков, как при нормальных, так и аномальных условиях. Имейте в виду, что частотный анализ сигналов звуков и вибраций может быть невозможно провести, если условия записи выполнены в недостаточной мере.

Рис. 2.4 Примеры результатов частотного анализа звуков и вибраций, проведенного при помощи программного обеспечения БПФ



Приложения

Приложения

Допуски диаметра вала 228-229

Допуски диаметра внутреннего отверстия корпуса . . 230-231

Значения стандартных допусков в соответствии с классами IT 232-233

Таблица перевода шкал твердости 234

Физические и механические свойства материалов . . . 235-236

Таблица сопоставления новых и старых номеров подшипников 237

Метод измерения осевого зазора комбинированных радиально-упорных шарикоподшипников 238

Запрос на анализ спецификации 240

Допуски диаметра вала

Классификация диаметров (мм) свыше	включит.	d6	e6	f6	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9	h10	js5	js6
3	6	− 30 − 38	− 20 − 28	− 10 − 18	− 4 − 9	− 4 − 12	0 − 5	0 − 8	0 − 12	0 − 18	0 − 30	0 − 48	± 2.5	± 4
6	10	− 40 − 49	− 25 − 34	− 13 − 22	− 5 −11	− 5 − 14	0 − 6	0 − 9	0 − 15	0 − 22	0 − 36	0 − 58	± 3	± 4.5
10	18	− 50 − 61	− 32 − 43	− 16 − 27	− 6 −14	− 6 − 17	0 − 8	0 −11	0 − 18	0 − 27	0 − 43	0 − 70	± 4	± 5.5
18	30	− 65 − 78	− 40 − 53	− 20 − 33	− 7 −16	− 7 − 20	0 − 9	0 −13	0 − 21	0 − 33	0 − 52	0 − 84	± 4.5	± 6.5
30	50	− 80 − 96	− 50 − 66	− 25 − 41	− 9 −20	− 9 − 25	0 −11	0 −16	0 − 25	0 − 39	0 − 62	0 −100	± 5.5	± 8
50	80	−100 −119	− 60 − 79	− 30 − 49	−10 −23	− 10 − 29	0 −13	0 −19	0 − 30	0 − 46	0 − 74	0 −120	± 6.5	± 9.5
80	120	−120 −142	− 72 − 94	− 36 − 58	−12 −27	− 12 − 34	0 −15	0 −22	0 − 35	0 − 54	0 − 87	0 −140	± 7.5	±11
120	180	−145 −170	− 85 −110	− 43 − 68	−14 −32	− 14 − 39	0 −18	0 −25	0 − 40	0 − 63	0 −100	0 −160	± 9	±12.5
180	250	−170 −199	−100 −129	− 50 − 79	−15 −35	− 15 − 44	0 −20	0 −29	0 − 46	0 − 72	0 −115	0 −185	±10	±14.5
250	315	−190 −222	−110 −142	− 56 − 88	−17 −40	− 17 − 49	0 −23	0 −32	0 − 52	0 − 81	0 −130	0 −210	±11.5	±16
315	400	−210 −246	−125 −161	− 62 − 98	−18 −43	− 18 − 54	0 −25	0 −36	0 − 57	0 − 89	0 −140	0 −230	±12.5	±18
400	500	−230 −270	−135 −175	− 68 −108	−20 −47	− 20 − 60	0 −27	0 −40	0 − 63	0 − 97	0 −155	0 −250	±13.5	±20
500	630	−260 −304	−145 −189	− 76 −120	–	− 22 − 66	–	0 −44	0 − 70	0 −110	0 −175	0 −280	–	±22
630	800	−290 −340	−160 −210	− 80 −130	–	− 24 − 74	–	0 −50	0 − 80	0 −125	0 −200	0 −320	–	±25
800	1 000	−320 −376	−170 −226	− 86 −142	–	− 26 − 82	–	0 −56	0 − 90	0 −140	0 −230	0 −360	–	±28
1 000	1 250	−350 −416	−195 −261	− 98 −164	–	− 28 − 94	–	0 −66	0 −105	0 −165	0 −260	0 −420	–	±33
1 250	1 600	−390 −468	−220 −298	−110 −188	–	− 30 −108	–	0 −78	0 −125	0 −195	0 −310	0 −500	–	±39
1 600	2 000	−430 −522	−240 −332	−120 −212	–	− 32 −124	–	0 −92	0 −150	0 −230	0 −370	0 −600	–	±46

Единица измерения: μм

j5	j6	j7	k5	k6	k7	m5	m6	n6	p6	r6	r7	Классификация диаметров (мм) свыше	включит.
+3 −2	+6 −2	+8 −4	+6 +1	+9 +1	+13 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +15	**3**	**6**
+4 −2	+7 −2	+10 −5	+7 +1	+10 +1	+16 +1	+12 +6	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+34 +19	**6**	**10**
+5 −3	+8 −3	+12 −6	+9 +1	+12 +1	+19 +1	+15 +7	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+41 +23	**10**	**18**
+5 −4	+9 −4	+13 −8	+11 +2	+15 +2	+23 +2	+17 +8	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+49 +28	**18**	**30**
+6 −5	+11 −5	+15 −10	+13 +2	+18 +2	+27 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +34	**30**	**50**
+6 −7	+12 −7	+18 −12	+15 +2	+21 +2	+32 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41	+71 +41	**50**	**65**
+6 −7	+12 −7	+18 −12	+15 +2	+21 +2	+32 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+62 +43	+73 +43	**65**	**80**
+6 −9	+13 −9	+20 −15	+18 +3	+25 +3	+38 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51	+86 +51	**80**	**100**
+6 −9	+13 −9	+20 −15	+18 +3	+25 +3	+38 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+76 +54	+89 +54	**100**	**120**
+7 −11	+14 −11	+22 −18	+21 +3	+28 +3	+43 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +63	+103 +63	**120**	**140**
+7 −11	+14 −11	+22 −18	+21 +3	+28 +3	+43 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+90 +65	+105 +65	**140**	**160**
+7 −11	+14 −11	+22 −18	+21 +3	+28 +3	+43 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+93 +68	+108 +68	**160**	**180**
+7 −13	+16 −13	+25 −21	+24 +4	+33 +4	+50 +4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106 +77	+123 +77	**180**	**200**
+7 −13	+16 −13	+25 −21	+24 +4	+33 +4	+50 +4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+109 +80	+126 +80	**200**	**225**
+7 −13	+16 −13	+25 −21	+24 +4	+33 +4	+50 +4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+113 +84	+130 +84	**225**	**250**
+7 −16	±16 ±16	±26 ±26	+27 +4	+36 +4	+56 +4	+43 +20	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126 +94	+146 +94	**250**	**280**
+7 −16	±16 ±16	±26 ±26	+27 +4	+36 +4	+56 +4	+43 +20	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+130 +98	+150 +98	**280**	**315**
+7 −18	±18 ±18	+29 −28	+29 +4	+40 +4	+61 +4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+144 +108	+165 +108	**315**	**355**
+7 −18	±18 ±18	+29 −28	+29 +4	+40 +4	+61 +4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+150 +114	+171 +114	**355**	**400**
+7 −20	±20 ±20	+31 −32	+32 +5	+45 +5	+68 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166 +126	+189 +126	**400**	**450**
+7 −20	±20 ±20	+31 −32	+32 +5	+45 +5	+68 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+172 +132	+195 +132	**450**	**500**
− −	− −	− −	− −	+44 0	+70 0	− −	+70 +26	+88 +44	+122 +78	+194 +150	+220 +150	**500**	**560**
− −	− −	− −	− −	+44 0	+70 0	− −	+70 +26	+88 +44	+122 +78	+199 +155	+225 +155	**560**	**630**
− −	− −	− −	− −	+50 0	+80 0	− −	+80 +30	+100 +50	+138 +88	+225 +175	+255 +175	**630**	**710**
− −	− −	− −	− −	+50 0	+80 0	− −	+80 +30	+100 +50	+138 +88	+235 +185	+265 +185	**710**	**800**
− −	− −	− −	− −	+56 0	+90 0	− −	+90 +34	+112 +56	+156 +100	+266 +210	+300 +210	**800**	**900**
− −	− −	− −	− −	+56 0	+90 0	− −	+90 +34	+112 +56	+156 +100	+276 +220	+310 +220	**900**	**1 000**
− −	− −	− −	− −	+66 0	+105 0	− −	+106 +40	+132 +66	+186 +120	+316 +250	+355 +250	**1 000**	**1 120**
− −	− −	− −	− −	+66 0	+105 0	− −	+106 +40	+132 +66	+186 +120	+326 +260	+365 +260	**1 120**	**1 250**
− −	− −	− −	− −	+78 0	+125 0	− −	+126 +48	+156 +78	+218 +140	+378 +300	+425 +300	**1 250**	**1 400**
− −	− −	− −	− −	+78 0	+125 0	− −	+126 +48	+156 +78	+218 +140	+408 +330	+455 +330	**1 400**	**1 600**
− −	− −	− −	− −	+92 0	+150 0	− −	+150 +58	+184 +92	+262 +170	+462 +370	+520 +370	**1 600**	**1 800**
− −	− −	− −	− −	+92 0	+150 0	− −	+150 +58	+184 +92	+262 +170	+492 +400	+550 +400	**1 800**	**2 000**

Допуски диаметра внутреннего отверстия корпуса

Классификация диаметров (мм)		E6	F6	F7	G6	G7	H6	H7	H8	J6	J7	JS6	JS7
свыше	включит.												
10	**18**	+ 43 + 32	+ 27 + 16	+ 34 + 16	+ 17 + 6	+ 24 + 6	+ 11 0	+ 18 0	+ 27 0	+ 6 − 5	+10 − 8	± 5.5	± 9
18	**30**	+ 53 + 40	+ 33 + 20	+ 41 + 20	+ 20 + 7	+ 28 + 7	+ 13 0	+ 21 0	+ 33 0	+ 8 − 5	+12 − 9	± 6.5	±10.5
30	**50**	+ 66 + 50	+ 41 + 25	+ 50 + 25	+ 25 + 9	+ 34 + 9	+ 16 0	+ 25 0	+ 39 0	+10 − 6	+14 −11	± 8	±12.5
50	**80**	+ 79 + 60	+ 49 + 30	+ 60 + 30	+ 29 + 10	+ 40 + 10	+ 19 0	+ 30 0	+ 46 0	+13 − 6	+18 −12	± 9.5	±15
80	**120**	+ 94 + 72	+ 58 + 36	+ 71 + 36	+ 34 + 12	+ 47 + 12	+ 22 0	+ 35 0	+ 54 0	+16 − 6	+22 −13	±11	±17.5
120	**180**	+110 + 85	+ 68 + 43	+ 83 + 43	+ 39 + 14	+ 54 + 14	+ 25 0	+ 40 0	+ 63 0	+18 − 7	+26 −14	±12.5	±20
180	**250**	+129 +100	+ 79 + 50	+ 96 + 50	+ 44 + 15	+ 61 + 15	+ 29 0	+ 46 0	+ 72 0	+22 − 7	+30 −16	±14.5	±23
250	**315**	+142 +110	+ 88 + 56	+108 + 56	+ 49 + 17	+ 69 + 17	+ 32 0	+ 52 0	+ 81 0	+25 − 7	+36 −16	±16	±26
315	**400**	+161 +125	+ 98 + 62	+119 + 62	+ 54 + 18	+ 75 + 18	+ 36 0	+ 57 0	+ 89 0	+29 − 7	+39 −18	±18	±28.5
400	**500**	+175 +135	+108 + 68	+131 + 68	+ 60 + 20	+ 83 + 20	+ 40 0	+ 63 0	+ 97 0	+33 − 7	+43 −20	±20	±31.5
500	**630**	+189 +145	+120 + 76	+146 + 76	+ 66 + 22	+ 92 + 22	+ 44 0	+ 70 0	+110 0	–	–	±22	±35
630	**800**	+210 +160	+130 + 80	+160 + 80	+ 74 + 24	+104 + 24	+ 50 0	+ 80 0	+125 0	–	–	±25	±40
800	**1 000**	+226 +170	+142 + 86	+176 + 86	+ 82 + 26	+116 + 26	+ 56 0	+ 90 0	+140 0	–	–	±28	±45
1 000	**1 250**	+261 +195	+164 + 98	+203 + 98	+ 94 + 28	+133 + 28	+ 66 0	+105 0	+165 0	–	–	±33	±52.5
1 250	**1 600**	+298 +220	+188 +110	+235 +110	+108 + 30	+155 + 30	+ 78 0	+125 0	+195 0	–	–	±39	±62.5
1 600	**2 000**	+332 +240	+212 +120	+270 +120	+124 + 32	+182 + 32	+ 92 0	+150 0	+230 0	–	–	±46	±75
2 000	**2 500**	+370 +260	+240 +130	+305 +130	+144 + 34	+209 + 34	+110 0	+175 0	+280 0	–	–	±55	±87.5

Единица измерения: μм

K5	K6	K7	M5	M6	M7	N5	N6	N7	P6	P7	Классификация диаметров (мм)	
											свыше	включит.
+ 2 – 6	+ 2 – 9	+ 6 – 12	– 4 –12	– 4 – 15	0 – 18	– 9 –17	– 9 – 20	– 5 – 23	– 15 – 26	– 11 – 29	**10**	**18**
+ 1 – 8	+ 2 – 11	+ 6 – 15	– 5 –14	– 4 – 17	0 – 21	–12 –21	– 11 – 24	– 7 – 28	– 18 – 31	– 14 – 35	**18**	**30**
+ 2 – 9	+ 3 – 13	+ 7 – 18	– 5 –16	– 4 – 20	0 – 25	–13 –24	– 12 – 28	– 8 – 33	– 21 – 37	– 17 – 42	**30**	**50**
+ 3 –10	+ 4 – 15	+ 9 – 21	– 6 –19	– 5 – 24	0 – 30	–15 –28	– 14 – 33	– 9 – 39	– 26 – 45	– 21 – 51	**50**	**80**
+ 2 –13	+ 4 – 18	+ 10 – 25	– 8 –23	– 6 – 28	0 – 35	–18 –33	– 16 – 38	– 10 – 45	– 30 – 52	– 24 – 59	**80**	**120**
+ 3 –15	+ 4 – 21	+ 12 – 28	– 9 –27	– 8 – 33	0 – 40	–21 –39	– 20 – 45	– 12 – 52	– 36 – 61	– 28 – 68	**120**	**180**
+ 2 –18	+ 5 – 24	+ 13 – 33	–11 –31	– 8 – 37	0 – 46	–25 –45	– 22 – 51	– 14 – 60	– 41 – 70	– 33 – 79	**180**	**250**
+ 3 –20	+ 5 – 27	+ 16 – 36	–13 –36	– 9 – 41	0 – 52	–27 –50	– 25 – 57	– 14 – 66	– 47 – 79	– 36 – 88	**250**	**315**
+ 3 –22	+ 7 – 29	+ 17 – 40	–14 –39	– 10 – 46	0 – 57	–30 –55	– 26 – 62	– 16 – 73	– 51 – 87	– 41 – 98	**315**	**400**
+ 2 –25	+ 8 – 32	+ 18 – 45	–16 –43	– 10 – 50	0 – 63	–33 –60	– 27 – 67	– 17 – 80	– 55 – 95	– 45 –108	**400**	**500**
–	0 – 44	0 – 70	–	– 26 – 70	– 26 – 96	–	– 44 – 88	– 44 –114	– 78 –122	– 78 –148	**500**	**630**
–	0 – 50	0 – 80	–	– 30 – 80	– 30 –110	–	– 50 –100	– 50 –130	– 88 –138	– 88 –168	**630**	**800**
–	0 – 56	0 – 90	–	– 34 – 90	– 34 –124	–	– 56 –112	– 56 –146	–100 –156	–100 –190	**800**	**1 000**
–	0 – 66	0 –105	–	– 40 –106	– 40 –145	–	– 66 –132	– 66 –171	–120 –186	–120 –225	**1 000**	**1 250**
–	0 – 78	0 –125	–	– 48 –126	– 48 –173	–	– 78 –156	– 78 –203	–140 –218	–140 –265	**1 250**	**1 600**
–	0 – 92	0 –150	–	– 58 –150	– 58 –208	–	– 92 –184	– 92 –242	–170 –262	–170 –320	**1 600**	**2 000**
–	0 –110	0 –175	–	– 68 –178	– 68 –243	–	–110 –220	–110 –285	–195 –305	–195 –370	**2 000**	**2 500**

Значения стандартных допусков в соответствии с классами IT

Основной размер (мм)		Стандартный класс								
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9
свыше	включительно	Допустимые отклонения (μм)								
–	**3**	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25
3	**6**	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30
6	**10**	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36
10	**18**	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43
18	**30**	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52
30	**50**	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62
50	**80**	2	3	5	8	13	19	30	46	74
80	**120**	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87
120	**180**	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100
180	**250**	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115
250	**315**	6	8	12	16	23	32	52	81	130
315	**400**	7	9	13	18	25	36	57	89	140
400	**500**	8	10	15	20	27	40	63	97	155
500	**630**	9	11	16	22	32	44	70	110	175
630	**800**	10	13	18	25	36	50	80	125	200
800	**1 000**	11	15	21	28	40	56	90	140	230
1 000	**1 250**	13	18	24	33	47	66	105	165	260
1 250	**1 600**	15	21	29	39	55	78	125	195	310
1 600	**2 000**	18	25	35	46	65	92	150	230	370
2 000	**2 500**	22	30	41	55	78	110	175	280	440
2 500	**3 150**	26	36	50	68	96	135	210	330	540

Примечания 1. Стандартные классы допустимых отклонений IT14 – IT18 не должны применяться в том случае, если основные размеры не превышают 1 мм.
2. Значения основных размеров свыше 500 мм для стандартных классов допустимых отклонений IT1 – IT5 приводятся для экспериментального использования.

Стандартный класс									Основной размер (мм)	
IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18		
Допустимые отклонения (μм)									свыше	включительно
40	60	0.10	0.14	0.25	0.40	0.60	1.00	1.40	–	**3**
48	75	0.12	0.18	0.30	0.48	0.75	1.20	1.80	**3**	**6**
58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.90	1.50	2.20	**6**	**10**
70	110	0.18	0.27	0.43	0.70	1.10	1.80	2.70	**10**	**18**
84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.30	2.10	3.30	**18**	**30**
100	160	0.25	0.39	0.62	1.00	1.60	2.50	3.90	**30**	**50**
120	190	0.30	0.46	0.74	1.20	1.90	3.00	4.60	**50**	**80**
140	220	0.35	0.54	0.87	1.40	2.20	3.50	5.40	**80**	**120**
160	250	0.40	0.63	1.00	1.60	2.50	4.00	6.30	**120**	**180**
185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.90	4.60	7.20	**180**	**250**
210	320	0.52	0.81	1.30	2.10	3.20	5.20	8.10	**250**	**315**
230	360	0.57	0.89	1.40	2.30	3.60	5.70	8.90	**315**	**400**
250	400	0.63	0.97	1.55	2.50	4.00	6.30	9.70	**400**	**500**
280	440	0.70	1.10	1.75	2.80	4.40	7.00	11.00	**500**	**630**
320	500	0.80	1.25	2.00	3.20	5.00	8.00	12.50	**630**	**800**
360	560	0.90	1.40	2.30	3.60	5.60	9.00	14.00	**800**	**1 000**
420	660	1.05	1.65	2.60	4.20	6.60	10.50	16.50	**1 000**	**1 250**
500	780	1.25	1.95	3.10	5.00	7.80	12.50	19.50	**1 250**	**1 600**
600	920	1.50	2.30	3.70	6.00	9.20	15.00	23.00	**1 600**	**2 000**
700	1 100	1.75	2.80	4.40	7.00	11.00	17.50	28.00	**2 000**	**2 500**
860	1 350	2.10	3.30	5.40	8.60	13.50	21.00	33.00	**2 500**	**3 150**

Таблица перевода шкал твердости (справочные данные)

Твердость по шкале С по Роквеллу (1471Н)	Твердость по Викерсу	Твердость по Бринеллю		Твердость по Роквеллу		Твердость по Шору
		Стандартный шарик	Вольфрамо-карбидовый шарик	Шкала А нагрузка 588,4Н Алмазный индентор	Шкала В нагрузка 980,7Н Шарик 1,588 мм	
68	940	–	–	85.6	–	97
67	900	–	–	85.0	–	95
66	865	–	–	84.5	–	92
65	832	–	739	83.9	–	91
64	800	–	722	83.4	–	88
63	772	–	705	82.8	–	87
62	746	–	688	82.3	–	85
61	720	–	670	81.8	–	83
60	697	–	654	81.2	–	81
59	674	–	634	80.7	–	80
58	653	–	615	80.1	–	78
57	633	–	595	79.6	–	76
56	613	–	577	79.0	–	75
55	595	–	560	78.5	–	74
54	577	–	543	78.0	–	72
53	560	–	525	77.4	–	71
52	544	500	512	76.8	–	69
51	528	487	496	76.3	–	68
50	513	475	481	75.9	–	67
49	498	464	469	75.2	–	66
48	484	451	455	74.7	–	64
47	471	442	443	74.1	–	63
46	458	432	432	73.6	–	62
45	446	421	421	73.1	–	60
44	434	409	409	72.5	–	58
43	423	400	400	72.0	–	57
42	412	390	390	71.5	–	56
41	402	381	381	70.9	–	55
40	392	371	371	70.4	–	54
39	382	362	362	69.9	–	52
38	372	353	353	69.4	–	51
37	363	344	344	68.9	–	50
36	354	336	336	68.4	(109.0)	49
35	345	327	327	67.9	(108.5)	48
34	336	319	319	67.4	(108.0)	47
33	327	311	311	66.8	(107.5)	46
32	318	301	301	66.3	(107.0)	44
31	310	294	294	65.8	(106.0)	43
30	302	286	286	65.3	(105.5)	42
29	294	279	279	64.7	(104.5)	41
28	286	271	271	64.3	(104.0)	41
27	279	264	264	63.8	(103.0)	40
26	272	258	258	63.3	(102.5)	38
25	266	253	253	62.8	(101.5)	38
24	260	247	247	62.4	(101.0)	37
23	254	243	243	62.0	100.0	36
22	248	237	237	61.5	99.0	35
21	243	231	231	61.0	98.5	35
20	238	226	226	60.5	97.8	34
(18)	230	219	219	–	96.7	33
(16)	222	212	212	–	95.5	32
(14)	213	203	203	–	93.9	31
(12)	204	194	194	–	92.3	29
(10)	196	187	187	–	90.7	28
(8)	188	179	179	–	89.5	27
(6)	180	171	171	–	87.1	26
(4)	173	165	165	–	85.5	25
(2)	166	158	158	–	83.5	24
(0)	160	152	152	–	81.7	24

Физические и механические свойства материалов

Применение	Код материала	Тепловая обработка	Плотность г/см³	Удельная тепло-емкость кДж/(кг·К)	Тепло-провод-ность Вт/(м·К)	Электри-ческое сопроти-вление μΩ·см	Коэффициент линейного расширения (0°–100°C) ×10⁻⁶/°C	Модуль упругости МПа	Предел текучести МПа	Прочность на растя-жение МПа	Удли-нение %	Твер-дость HB	Замечания
Подшипник	SUJ2	Закалка, отпуск	7.83	0.47	46	22	12.5	208 000	1 370	1 570 –1 960	Макс. 0.5	650 –740	Высоко-углеродистая хромистая подшипниковая сталь тип 2
	SUJ2	Сферо-идизирующий отпуск	7.86				11.9		420	647	27	180	
	SCr420	Закалка, низкий температурный отпуск	7.83		48	21	12.8		882	1 225	15	370	Хромистая сталь
	SAE4320 (SNCM420)	Закалка, низкий температурный отпуск			44	20	11.7		902	1 009	16	**293 –375	Хромоникелево-молибденовая сталь
	SNCM815	Закалка, низкий температурный отпуск	7.89		40	35	–		–	Мин. *1 080	Мин. *12	*311 –375	Хромоникелево-молибденовая сталь
	SUS440C	Закалка, низкий температурный отпуск	7.68	0.46	24	60	10.1	200 000	1 860	1 960	–	**580	Мартенситная нержавеющая сталь
	SPCC	Отжиг	7.86	0.47	59	15	11.6	206 000	–	Мин. *275	Мин. *32	–	Холоднокатаная сталь
	S25C	Отжиг		0.48	50	17	11.8		323	431	33	120	Углеродистая сталь для деталей машин
	HB_sC1		8.5	0.38	123	6.2	19.1	103 000	–	Мин. *431	Мин. *20	–	Высокопрочная латунная отливка

Примечания: * Стандартное значение JIS или справочное значение.

** Твердость обычно обозначается по шкале Роквелла, но здесь для сравнения она переведена в твердость при Бриннелю.

Справка: Предельными значениями пропорциональности марок стали SUJ2 и Scr420 являются 833МПа (85 кгс/мм2) и 440 МПа (45 кгс/мм2) соответственно.

Физические и механические свойства материалов

Применение	Код материала	Тепловая обработка	Плотность г/см³	Удельная тепло-емкость кДж/(кг·К)	Тепло-провод-ность Вт/(м·К)	Электри-ческое сопроти-вление μΩ·см	Коэффициент линейного расширения (0°–100°C) ×10⁻⁶/°C	Модуль упругости МПа	Предел текучести МПа	Прочность на растя-жение МПа	Удли-нение %	Твер-дость HB	Замечания
Вал	S45C	Закалка, отпуск 650	7.83	0.48	47	18	12.8	207 000	440	735	25	217	Углеродистая сталь для деталей машин
	SCr430	Закалка, охлаждение 520-620				22	12.5	208 000	Мин. *637	Мин. *784	Мин. *18	*229 –293	Хромистая сталь
	SCr440	Закалка, охлаждение 520-620			45	23			Мин. *784	Мин. *930	Мин. *13	*269 –331	Хромистая сталь
	SCM420	Закалка, охлаждение 150-200		0.47	48	21	12.8		–	Мин. *930	Мин. *14	*262 –352	Хромо-молибденовая сталь
	SNCM439	Закалка, отпуск 650			38	30	11.3	207 000	920	1 030	18	320	Хромоникелево-молибденовая сталь
	SC46	Нормализация	–	–	–	–	–	206 000	294	520	27	143	Низко-углеродистая сталь
	SUS420J2	1038 масляное охлаждение, 400 воздушное охлаждение	7.75	0.46	22	55	10.4	200 000	1 440	1 650	10	400	Мартенситная нержавеющая сталь
Корпус	FC200	Не применяется	7.3	0.50	43	–		98 000	–	Мин. *200	–	Макс. *217	Серый чугун
	FCD400	Не применяется	7.0	0.48	20	–	11.7		Мин. *250	Мин. *400	Мин. *12	Макс. *201	Чугун с шаровидным графитом
	A1100	Отжиг	2.69	0.90	222	3.0	23.7	70 000	34	78	35	–	Технически-чистый алюминий
	AC4C	Не применяется	2.68	0.88	151	4.2	21.5	72 000	88	167	7	–	Алюминиевый сплав, полученный в песчаной форме
	ADC10	Не применяется	2.74	0.96	96	7.5	22.0	71 000	167	323	4	–	Алюминиевый сплав, полученный литьем под давлением
	SUS304	Отжиг	8.03	0.50	15	72	15.7–16.8	193 000	245	588	60	150	Аустенитная нержавеющая сталь

Примечания: * Стандартное значение JIS или справочное значение.

** Твердость обычно обозначается по шкале Роквелла, но здесь для сравнения она переведена в твердость при Бриннелю.

Справка: Предельными значениями пропорциональности марок стали SUJ2 и Scr420 являются 844 МПа и 440 МПа соответственно.

Таблица сопоставления новых и старых номеров подшипников

Подшипники	Новое обозначение	Старое обозначение	Примечания
Высокоточные РУШП	79xxCTYNDBL	79xxCTYDBC7	TYN: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-46 TY: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-66 EL←C2, L←C7 M←C8, H←C9
	70xxCTYNDBL	70xxCTYDBC7	
	72xxCTYNDBL	72xxCTYDBC7	
	70xxATYNDBL	70xxATYDBC7	
	72xxATYNDBL	72xxATYDBC7	
	79xxA5TYN	79xxA5TY	TYN: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-46 TY: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-66
	70xxA5TYN	70xxA5TY	
	72xxA5TYN	72xxA5TY	
Сверхскоростные РУШП	xxBNR19STYN	xxBNC19TY	TYN: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-46 TY: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-66
	xxBNR10STYN	xxBNC10TY	
	xxBNR19HTYN	xxBNC19SN24TY	
	xxBNR10HTYN	xxBNC10SN24TY	
Сверхвысокоточные РУШП	xxBGR10S	xxBNT10F	BGR: Неразъемный тип BNT: Разъемный тип
	xxBGR10H	xxBNT10FSN24	
Двухрядные ЦРП	NN30xxTB	NN30xxT	TB: Направляемый роликами сепаратор из полифениленсульфидного полимера TP: Направляемый наружным кольцом сепаратор из полимера PEEK T: Направляемый роликами сепаратор из полиамида-66
Сверхскоростные однорядные ЦРП	N10xxRSTP	N10xxBT	
Сверхскоростные упорно-радиальные РШП	xxBAR10STYN	xxBA10XTY	TYN: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-46 TY: Направляемый шариками сепаратор из полиамида-66
	xxBTR10STYN	xxBT10XTY	
	xxBAR10S	xxTAC20	TAC20(29): Упорно-радиальные шарикоподшипники двустороннего действия BTR10S, BT19x: Упорно-радиальные шарикоподшипники
	xxBT19x	xxTAC29	

За информацией по другим номерам подшипников обращайтесь в NSK.

Метод измерения осевого зазора комбинированных радиально-упорных шарикоподшипников

При использовании компоновок DB установите подшипник без промежуточного внутреннего кольца на опорную плиту как это показано на рисунках ниже и примените измерительную нагрузку на внутреннее кольцо. После того, как подшипник достаточно стабилизирован, установите индикатор на нуль. Затем после удаления промежуточного наружного кольца положите подшипник с промежуточным внутренним кольцом на опорную плиту и примените измеряемую нагрузку так же, как описано выше. Показания индикатора в этот раз обозначают осевой зазор. Положительное значение обозначает положительный зазор CA (зазор в осевом направлении), а отрицательное значение - отрицательный зазор CP, который создает преднатяг.

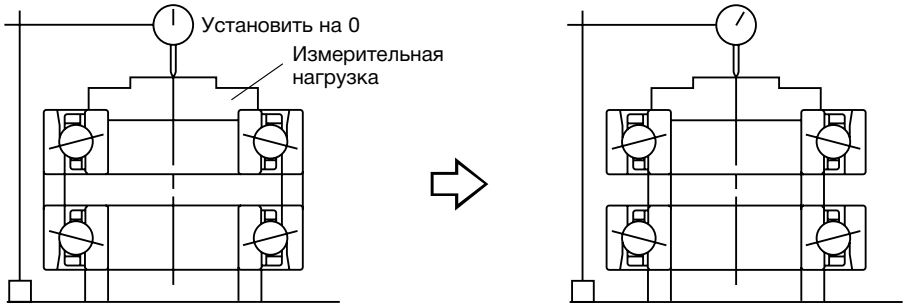
В случае компоновок DF, осевой зазор измеряется так же как при компоновке DB, несмотря на то, что положение промежуточных колец и плиты отличается.

В случае применения однорядной компоновки, значение двухрядной компоновки можно получить путем сложения всех значений каждого ряда.

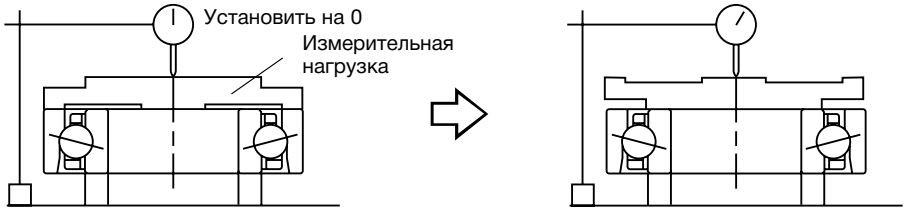
Сведения об измерительных нагрузках приведены на странице 155, таблица 4.1.

Компоновка DB

Двухрядная компоновка

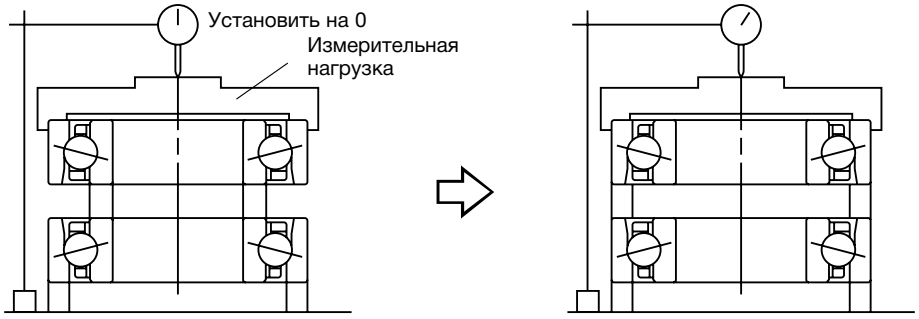


Однорядная компоновка

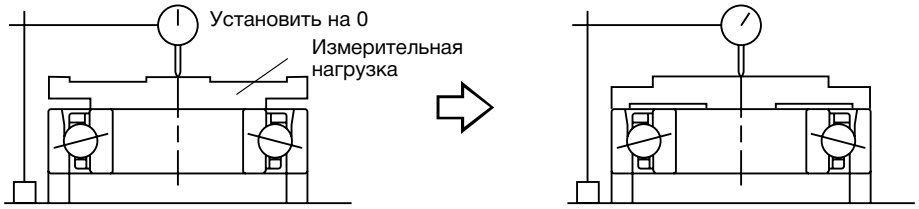


Компоновка DF

Двухрядная компоновка



Однорядная компоновка



Для заметок

Запрос на анализ спецификации

Для того чтобы сделать запрос на анализ спецификации, обратитесь в ближайшее к Вам отделение компании NSK и предоставьте нам информацию по следующим пунктам:

Запрос на анализ спецификации прецизионных подшипников

Название компании _____

● **Рабочие условия**

Тип станка: [Обрабатывающий центр, токарный станок, внутришлифовальный станок, двигатель, другое ( )]

Номер модели _____

Расположение подшипника [Шпиндель главного вала, шарико-винтовая опора] [Фиксированная опора, плавающая опора]

Расположение главного вала [Вертикальное, горизонтальное, другое ( )]

Тип подшипника Обведите все соответствующие пункты.

Радиально-упорный шариковый подшипник	[Стандартная серия, серия ROBUST BNR, серия ROBUST BER, серия ROBUST BGR]
Цилиндрические роликовые подшипники	[Однорядный цилиндрический роликовый подшипник, сверхскоростная серия ROBUST, двурядный цилиндрический роликовый подшипник]
Упорно-радиальные шарикоподшипники	[Шпиндель – TAC, серия ROBUST BAR, серия ROBUST BTR]
Радиальный шариковый подшипник	[Высокоточный радиальный шариковый подшипник для шпиндельного двигателя]
Подшипник для шарико-винтовых опор	[Для механического станка, для электрической литьевой машины]

Компоновка [DB · DBD · DBB · DF · DFD · DFF · Другие ( )]

Номер подшипника NSK _____

Номер другого производителя _____

Внутреннее отверстие _____ мм Внешний диаметр _____ мм Габаритная ширина _____ мм

Ширина наружного кольца _____ мм Ширина внутреннего кольца _____ мм Класс точности _____ класс

Зазор _____

● **Режим нагрузки**

Скорость вращения _____ об/мин Радиальная нагрузка _____ Н Осевая нагрузка _____ Н

Момент _____ Н·мм Сила разжима _____ Н

● **Вал и корпус**

Допустимое отклонение вала _____ Допустимое отклонение корпуса _____ Наружный диаметр корпуса _____ мм

Материал для вала _____ Материал для корпуса _____ Внутренний диаметр полого вала _____ мм

Способ запуска _____ Метод охлаждения (Охлаждение выносного цилиндра: Есть, Нет) Вид преднатяга (Установочный преднатяг или преднатяг постоянного давления)

Длина промежуточного кольца _____ Температура окружающей среды _____ °C

● **Технические требования**

Жесткость _____ Н/μм Преднатяг _____ Н Долговечность _____ ч

● **Комментарии**

Место для указания особых требований, вопросов или комментариев :

Приложения: (Есть) (Нет)

Worldwide Sales Offices and Manufacturing Plants

P: Phone F: Fax C: Country Code Printed in Japan

NSK LTD.-HEADQUARTERS, TOKYO, JAPAN

www.nsk.com

Nissei Bldg., 1-6-3 Ohsaki, Shinagawa-ku, Tokyo 141-8560, Japan

INDUSTRIAL MACHINERY BUSINESS DIVISION-HEADQUARTERS
P: 03-3779-7227 F: 03-3779-7644 C: 81

GLOBAL AFTERMARKET DEPARTMENT
P: 03-3779-7253 F: 03-3779-7644 C: 81

PRECISION MACHINERY DEPARTMENT
P: 03-3779-7163 F: 03-3779-7644 C: 81

MECHATRONICS BUSINESS DEPARTMENT
P: 0466-21-3027 F: 0466-21-3206 C: 81

AUTOMOTIVE BUSINESS DIVISION-HEADQUARTERS
P: 03-3779-7189 F: 03-3779-7917 C: 81

●Africa

South Africa:

NSK SOUTH AFRICA (PTY) LTD.

JOHANNESBURG 25 Galaxy Avenue, Linbro Business Park, Sandton, Gauteng, P.O. Box 1157, Kelvin, 2054, South Africa
P: 011-458-3600 F: 011-458-3608 C: 27

●Asia and Oceania

Australia:

NSK AUSTRALIA PTY. LTD. www.au.nsk.com

MELBOURNE 11 Dalmore Drive, Scoresby, Victoria 3179, Australia
P: 03-9764-8302 F: 03-9764-8304 C: 61

SYDNEY 24-28 River Road West, Parramatta, New South Wales 2150, Australia
P: 02-8843-8100 F: 02-9893-8406 C: 61

BRISBANE 1/69 Selhurst Street, Coopers Plains, Queensland 4108, Australia
P: 07-3347-2600 F: 07-3345-5376 C: 61

PERTH Unit 1, 71 Tacoma Circuit, Canning Vale, Western Australia 6155, Australia
P: 08-9256-5000 F: 08-9256-1044 C: 61

China:

NSK HONG KONG LTD.

HONG KONG Suite 814, World Commerce Centre, Harbour City, T.S.T, KLN, Hong Kong
P: 2739-9933 F: 2739-9323 C: 852

SHENZHEN Room 8B08-09, Jueshi Tower, Jiabing Road, Luohu, Shenzhen, China (518001)
P: 0755-25904886 F: 0755-25904883 C: 86

KUNSHAN NSK CO., LTD.

OFFICE/PLANT 258 South Huang Pu Jiang Rd., Kunshan Economic & Technical Development Zone, Jiang Su, China (215335)
P: 0512-5771-5654 F: 0512-5771-5689 C: 86

CHANGSHU NSK NEEDLE BEARING CO., LTD.

OFFICE/PLANT No. 66 Dongnan Road, Changshu Southeast Economic Development Zone, Changshu City, Jiangsu, China (215500)
P: 0512-5230-1111 F: 0512-5230-6011 C: 86

NSK STEERING SYSTEMS DONGGUAN CO., LTD.

OFFICE/PLANT High-tech Park, Shilong Road, Guanlong Section, Dongguan, Guangdong, China (523119)
P: 0769-2262-0960 F: 0769-2316-2867 C: 86

ZHANGJIAGANG NSK PRECISION MACHINERY CO., LTD.

OFFICE/PLANT No. 34 Zhenxing Road, Zhangjiagang Economic Development Zone, Zhangjiagang City, Jiangsu Province, China (215600)
P: 0512-5867-6496 F: 0512-5818-0970 C: 86

SUZHOU NSK BEARINGS CO., LTD.

OFFICE/PLANT No. 22 Taishan Road, Suzhou New District, Jiangsu, China (215129)
P: 0512-6665-5666 F: 0512-6665-9138 C: 86

NSK (CHINA) RESEARCH & DEVELOPMENT CO., LTD.

JIANGSU No.1 NSK Rd., Huaqiao Economic Development Zone, Kunshan, Jiangsu, China
P: 0512-5796-3000 F: 0512-5796-3300 C: 86

NSK (SHANGHAI) TRADING CO., LTD.

JIANGSU No.1 NSK Rd., Huaqiao Economic Development Zone, Kunshan, Jiangsu, China
P: 0512-5796-3000 F: 0512-5796-3300 C: 86

NSK (CHINA) INVESTMENT CO., LTD. www.nsk.com.cn

JIANGSU No.1 NSK Rd., Huaqiao Economic Development Zone, Kunshan, Jiangsu, China
P: 0512-5796-3000 F: 0512-5796-3300 C: 86

BEIJING Room 2116, Beijing Fortune Bldg., 5 Dong San Huan Bei Lu, Chao Yang District, Beijing, China (100004)
P: 010-6590-8161 F: 010-6590-8166 C: 86

GUANGZHOU Room 3101/3102/3106A, Guangdong Telecom Plaza, 18 Zhongshan Er Road, Guangzhou, Guangdong, China (510080)
P: 020-3786-4833 F: 020-3786-4501 C: 86

CHENGDU Room1901, Green Land Hotel, No.99 Zhonglieci Xi Street, Chengdu,Sichuan Province, China (610016)
P: 028-8661-4200 F: 028-8661-4343 C: 86

NSK CHINA SALES CO., LTD.

SHANGHAI Room 01-03, Tower B 27F, Far East International Plaza, No.317 Xianxia Road, Shanghai, China (200051)
P: 021-6235-0198 F: 021-6235-1858 C: 86

CHANGCHUN Room 1001, Building A, Zhongyin Building, 727 Xi'an Road, Changchun, Jilin Province, China (130061)
P: 0431-8898-8682 F: 0431-8898-8670 C: 86

TIAN JIN Room 06, 09F The Exchange Tower 2, No. 189 NanJing Road, Heping District, Tianjin, China (300050)
P: 022-8319-5030 F: 022-8319-5033 C: 86

NANJING A1 22F, Golden Eagle International Plaza, No.89 Hanzhong Road, Nanjing, Jiangsu Province, China (210029)
P:025-8472-6671 F:025-8472-6687 C:86

CHONGQING Room 2306, Unit B, No.137, Keyuan 2nd Road, Jiulongpo District, Chonqing, China (400039)
P:023-6806-5310 F:023-6806-5292 C:86

NSK-WARNER (SHANGHAI) CO., LTD.

PLANT No. 2518 Huancheng Road (West) Fengxian District, Shanghai,China (201401)
P: 021-3365-5757 F: 021-3365-5262 C: 86

AKS PRECISION BALL (HANGZHOU) CO., LTD.

PLANT No. 189 Hongda Road, Xiaoshan Area of Economic & Technological Development Zone, Hangzhou, Zhejiang, China (311231)
P: 0571-2280-1288 F: 0571-2280-1268 C: 86

NSK-YAGI PRECISION FORGING (ZHANGJIAGANG) CO., LTD.

PLANT No. 34 Zhenxing Road, Zhangjiagang Economic Development Zone, Zhangjiagang City, Jiangsu Province, China (215600)
P:0512-5867-6496 F:0512-5818-0970 C:86

NSK-WANDA ELECTRIC POWER ASSISTED STEERING SYSTEMS CO.,LTD.

OFFICE/PLANT 1833 Yatai Road, Wenyan Town, Xiaoshan, Hangzhou, Zhejiang, China (311258)
P:0571-8230-2735 F:0571-8230-2692 C:86

India:

RANE NSK STEERING SYSTEMS LTD.

CHENNAI 14, Rajagopalan Salai, Vallancherry, Guduvancherry, Tamil Nadu-603 202, India
P:044-474-06017 F:044-274-66001 C:91

BAWAL Plot No.28A, Sector 6, HSIIDC Growth Centre Bawal, District Rewari, Haryana -123 501, India
P:01284-264281 F:01284-264280 C:91

NSK INDIA SALES CO.PVT.LTD.

CHENNAI New No.7, Old No.5, Boat Club Road, Chennai-600 028, India
P:044-2433-1161 F:044-2433-1160 C:91

GURGAON 311, JMD Pacific Square, Sector 15 (II), 32nd Milestone, National Highway-8, Gurgaon, Haryana-122 001, India
P:0124-4104-530 F:0124-4104-532 C:91

KOLKATA 502, Trinity Towers, 83, Topsia Road, Kolkata-700 046, India
P:033-4001-2062 F:033-4001-2064 C:91

MUMBAI 321, A Wing, Ahura Centre, 82, Mahakali Caves Road, Andheri East, Mumbai -400 093, India
P:022-2838-7787 F:022-2838-5191 C:91

NSK-ABC BEARINGS LTD.

OFFICE/PLANT Plot No.A2, SIPCOT Growth Centre, Oragadam, Mathur Village, Sriperumbudur Taluk, Kancheepuram District, Tamil Nadu-602 105, India
P:044-2714-3000 F:044-2714-3099 C:91

Indonesia:

PT. NSK BEARINGS MANUFACTURING INDONESIA

JAKARTA PLANT Blok M4, Kawasan Berikat MM2100 Industrial Town Cikarang Barat, Bekasi 17520, Indonesia
P: 021-898-0155 F: 021-898-0156 C: 62

PT. NSK INDONESIA www.id.nsk.com

JAKARTA Summitmas II, 6th Floor, Jl. Jend Sudirman Kav. 61-62, Jakarta 12190, Indonesia
P: 021-252-3458 F: 021-252-3223 C: 62

PT. NSK-WARNER INDONESIA

BEKASI MM2100 Industrial Town, Cikarang Barat, Bekasi 17520, Indonesia
P: 021-8998-3216 F: 021-8998-3218 C: 62

Korea:

NSK KOREA CO., LTD. www.kr.nsk.com

SEOUL Posco Center (West Wing) 9F, 892, Daechi-4Dong, Kangnam-Ku, Seoul, 135-777, Korea
P: 02-3287-0300 F: 02-3287-0345 C: 82

CHANGWON PLANT 60, Seongsan-Dong, Changwon, Kyungsangnam-Do, 641-315, Korea
P: 055-287-6001 F: 055-285-9982 C: 82

Malaysia:

NSK BEARINGS (MALAYSIA) SDN. BHD. www.my.nsk.com

HEAD OFFICE No. 2, Jalan Pemaju, U1/15, Seksyen U1, Hicom Glenmarie Industrial Park, 40150 Shah Alam, Selangor, Malaysia
P: 03-7803-8859 F: 03-7806-5982 C: 60

PRAI No.36, Jalan kikik, Taman Inderawasih, 13600 Prai, Penang, Malaysia
P: 04-3902275 F: 04-3991830 C: 60

JOHOR BAHRU 88 Jalan Ros Merah 2/17, Taman Johor Jaya, 81100 Johor Bahru, Johor, Malaysia
P: 07-3546290 F: 07-3546291 C: 60

KOTA KINABALU Lot 10, Lrg Kurma 4, Likas Ind. Centre, 5/12 Miles Jln Tuaran, 88450 Inanam, Sabah, Malaysia
P: 088-421260 F: 088-421261 C: 60

IPOH Gr. Floor, 89 Jalan Bendahara, 31650 Ipoh, Perak, Malaysia
P: 05-2555000 F: 05-2553373 C: 60

NSK MICRO PRECISION (M) SDN. BHD. www.my.nsk.com

MALAYSIA PLANT No.43 Jalan Taming Dua,Taman Taming Jaya 43300 Balakong, Selangor Darul Ehsan, Malaysia
P: 03-8961-3960 F: 03-8961-3968 C: 60

New Zealand:

NSK NEW ZEALAND LTD. www.nsk-rhp.co.nz

AUCKLAND 3 Te Apunga Place, Mt. Wellington, Auckland, New Zealand
P: 09-276-4992 F: 09-276-4082 C: 64

Philippines:

NSK REPRESENTATIVE OFFICE

MANILA 8th Floor The Salcedo Towers 169 H.V. dela Costa St., Salcedo Village Makati City, Philippines 1227
P: 02-893-9543 F: 02-893-9173 C: 63

Singapore:

NSK INTERNATIONAL (SINGAPORE) PTE LTD.

SINGAPORE 238A, Thomson Road, #24-01/05, Novena Square Tower A, Singapore 307684
P: 6496-8000 F: 6250-5845 C: 65

NSK SINGAPORE (PRIVATE) LTD. www.nsk-singapore.com.sg

SINGAPORE 238A, Thomson Road, #24-01/05, Novena Square Tower A, Singapore 307684
P: 6496-8000 F: 6250-5845 C: 65

Taiwan:

TAIWAN NSK PRECISION CO., LTD.

TAIPEI 11F., No.87, Song Jiang Rd., Jhongshan District, Taipei City 104, Taiwan R.O.C.
P: 02-2509-3305 F: 02-2509-1393 C: 886

TAICHUNG 107-7, Sec. 3, Wen Xing Rd., Taichung City 407, Taiwan R.O.C.
P: 04-2311-7978 F: 04-2311-2627 C: 886

TAINAN No.8 Daye 1st Rd., Southern Taiwan Science Park, Tainan County 741, Taiwan R.O.C.
P: 06-505-5861 F: 06-505-5061 C: 886

NSK Ltd. has a basic policy not to export any products or technology designated as controlled items by export-related laws. When exporting the products in this brochure, the laws of the exporting country must be observed. Specifications are subject to change without notice and without any obligation on the part of the manufacturer. Every care has been taken to ensure the accuracy of the data contained in this brochure, but no liability can be accepted for any loss or damage suffered through errors or omissions. We will gratefully acknowledge any additions or corrections.

TAIWAN NSK TECHNOLOGY CO., LTD.
TAIPEI 11F., No. 87, Songjiang Rd., Jhongshan District, Taipei City 104, Taiwan R.O.C.
P: 02-2509-3305 F: 02-2509-1393 C: 886

Thailand:
NSK BEARINGS (THAILAND) CO.,LTD.
BANGKOK No.26, Auan Nuch Soi 55/1, Pravetch, Bangkok 10250, Thailand
P: 02320-2555 F: 02320-2826 C: 66

NSK BEARINGS MANUFACTURING (THAILAND) CO., LTD.
OFFICE/PLANT 700/430 Moo 7, Amata Nakorn Industrial Estate, T.Donhualor, A.Muangchonburi, Chonburi 20000, Thailand
P: 038-454-010 F: 038-454-017 C: 66

SIAM NSK STEERING SYSTEMS CO., LTD.
OFFICE/PLANT 90 Moo 9, Wellgrow Industrial Estate, Km.36 Bangna-Trad Rd., Bangwao, Bangpakong, Chachoengsao 24180, Thailand
P: 038-522-343 F: 038-522-351 C: 66

NSK ASIA PACIFIC TECHNOLOGY CENTRE (THAILAND) CO., LTD.
CHONBURI 700/430 Moo 7, Amata Nakorn Industrial Estate, T.Donhualor, A.Muangchonburi, Chonburi 20000, Thailand
P: 038-454-631 F: 038-454-634 C: 66

Vietnam:
NSK VIETNAM CO., LTD.
HEAD OFFICE Techno Center, Room 204-205, Thang Long Industrial Park, Dong Anh District, Hanoi, Vietnam
P: 04-3955-0159 F: 04-3955-0158 C: 84

NSK REPRESENTATIVE OFFICE
HO CHI MINH CITY Suite 307, Metropolitan Building, 235 Dong Khoi Street, District 1,HCMC, Vietnam
P: 08-3822-7907 F: 08-3822-7910 C: 84

●Europe

NSK EUROPE LTD. (EUROPEAN HEADQUARTERS) www.eu.nsk.com
MAIDENHEAD Belmont Place, Belmont Road, Maidenhead, Berkshire SL6 6TB, U.K.
P: 01628-509-800 F: 01628-509-808 C: 44

France:
NSK FRANCE S.A.S.
PARIS Quartier de l'Europe, 2 Rue Georges Guynemer, 78283 Guyancourt, France
P: 01-30-57-39-39 F: 01-30-57-00-01 C: 33

Germany:
NSK DEUTSCHLAND GMBH
HEAD OFFICE Harkortsrasse 15, D-40880 Ratingen, Germany
P: 02102-4810 F: 02102-4812-290 C: 49
STUTTGART Liebknechtstrasse 33, DE-70565 Stuttgart-Vahingen, Germany
P: 0711-79082-0 F: 0711-79082-289 C: 49
WOLFSBURG Heinrich-Nordhoff-Strasse 101, D-38440 Wolfsburg, Germany
P: 05361-27647-10 F: 05361-27647-70 C: 49
INGOLDSTADT Ingoldstadt, D-85055 Ingoldstadt, Germany
P: 0841-901-4640 F: 0841-901-4642 C: 49

NSK PRECISION EUROPE GMBH
DÜSSELDORF Harkortsrasse 15, D-40880 Ratingen, Germany
P: 02102-4810 F: 02102-4812-290 C: 49

NEUWEG FERTIGUNG GMBH
OFFICE/PLANT Ehinger Strasse 5, D-89597 Munderkingen, Germany
P: 07393-540 F: 07393-5414 C: 49

Italy:
NSK ITALIA S.P.A.
MILANO Via Garibaldi 215, Garbagnate Milanese (Milano) 20024, Italy
P: 0299-5191 F: 0299-028373 C: 39

INDUSTRIA CUSCINETTI S.P.A.
TORINO PLANT Via Giotto 4, I-10080, S. Benigno C. se (Torino), Italy
P: 011-982-4811 F: 011-988-0284 C: 39

Netherlands:
NSK EUROPEAN DISTRIBUTION CENTRE B.V.
De Kroonstraat 38, 5048 AP Tilburg, Netherlands
P: 013-4647647 F: 013-4647648 C: 31

Poland:
NSK EUROPE LTD. REPRESENTATIVE OFFICE
WARSAW Ul. Migdalowa 4/73, 02-796, Warsaw, Poland
P: 022-645-1525 F: 022-645-1529 C: 48

NSK BEARINGS POLSKA S.A.
OFFICE/PLANT Ul. Jagiellonska 109, 25-734 Kielce, Poland
P: 041-366-5001 F: 041-367-0500 C: 48

NSK EUROPEAN TECHNOLOGY CENTER, POLAND OFFICE
Ul. Jagiellonska 109, 25-734 Kielce, Poland
P: 041-366-5812 F: 041-366-5206 C: 48

NSK STEERING SYSTEMS EUROPE (POLSKA) SP.ZO.O.
CORPORATE Ul. Mariana Jachimowicza 17, 58-306 Walbrzych, Poland
OFFICE/PLANT P: 074-664-4101 F: 074-664-4104 C: 48

NSK NEEDLE BEARING POLAND SP.ZO.O.
OFFICE/PLANT UL. Jagiellonska 109, 25-734 Kielce, Poland
P: 041-345-2469 F: 041-345-0361 C: 48

NSK POLSKA SP.ZO.O.
KIELCE Ul. Karczowkowska 41, 25-711 Kielce, Poland
P: 041-347-5110 F: 041-347-5101 C: 48

Spain:
NSK SPAIN S.A.
BARCELONA C/Tarragona 161, 2a Planta, 08014, Barcelona, Spain
P: 093-433-5775 F: 093-433-5776 C: 34

Turkey:
NSK RULMANLARI ORTA DOGU TIC. LTD. STI.
ISTANBUL 19 Mayis Mah. Ataturk Cad. Ulya Engin Is Merkezi No. 68 Kat. 6, Kozyatagi 34734, Istanbul, Turkey
P: 0216-355-0398 F: 0216-355-0399 C: 90

United Kingdom:
NSK BEARINGS EUROPE LTD.
PETERLEE 3 Brindley Road, South West Industrial Estate, Peterlee, Co. Durham SR8 2JD, U.K.
PLANT P: 0191-586-6111 F: 0191-586-3482 C: 44
NEWARK Northern Road, Newark, Nottinghamshire NG24 2JF, U.K.
PLANT P: 01636-605-123 F: 01636-605-000 C: 44

NSK EUROPEAN TECHNOLOGY CENTRE
NEWARK Northern Road, Newark, Nottinghamshire NG24 2JF, U.K.
P: 01636-605-123 F: 01636-643-241 C: 44

NSK UK LTD.
NEWARK Northern Road, Newark, Nottinghamshire NG24 2JF, U.K.
P: 01636-605-123 F: 01636-605-000 C: 44

NSK PRECISION UK LTD.
PLANT Northern Road, Newark, Nottinghamshire NG24 2JF, U.K.
P: 01636-605-123 F: 01636-605-000 C: 44

NSK STEERING SYSTEMS EUROPE LTD.
HEAD OFFICE Belmont Place, Belmont Road, Maidenhead, Berkshire SL6 6TB, U.K.
P: 01628-509-800 F: 01628-509-808 C: 44
PETERLEE 6/7 Doxford Drive, South West Industrial Estate, Peterlee, Co. Durham SR8 2PP, U.K.
PLANT P: 0191-518-6400 F: 0191-518-6421 C: 44

●North and South America

NSK AMERICAS, INC. (AMERICAN HEADQUARTERS)
ANN ARBOR 4200 Goss Road, Ann Arbor, Michigan 48105, U.S.A.
P: 734-913-7500 F: 734-913-7511 C: 1

Argentina:
NSK ARGENTINA SRL
BUENOS AIRES Garcia del Rio 2477 Piso 7 Oficina "A" (1429) Buenos Aires-Argentina
P: 11-4704-5100 F: 11-4704-0033 C: 54

Brazil:
NSK BRASIL LTDA. www.br.nsk.com
HEAD OFFICE Rua 13 de Maio, 1633-14th Andar-Bela Vista-CEP 01327-905 São Paulo, SP, Brazil
P: 011-3269-4786 F: 011-3269-4720 C: 55
SUZANO PLANT Av. Vereador Joao Batista Fitipaldi, 66, CEP 08685-000, Vila Maluf, Suzano, SP, Brazil
P: 011-4744-2527 F: 011-4744-2529 C: 55
BELO HORIZONTE Rua Ceara 1431-4th andar-sala 405-Funcionarios Belo Horizonte-MG, Brazil 30150-311
P: 031-3274-2591 F: 031-3273-4408 C: 55
JOINVILLE Rua Blumenau, 178-sala 910-Centro Joinville-SC, Brazil 89204-250
P: 047-3422-5445 F: 047-3422-2817 C: 55
PORTO ALEGRE Av. Cristovão Colombo, 1694-sala 202-Floresta Porto Alegre-RS, Brazil 90560 001
P: 051-3222-1324 F: 051-3222-2599 C: 55
RECIFE Av. Conselheiro Aguiar, 2738-6th andar-conj. 604-Boa Viagem Recife-PE, Brazil 51020-020
P: 081-3326-3781 F: 081-3326-5047 C: 55

Canada:
NSK CANADA INC. www.ca.nsk.com
HEAD OFFICE 5585 McAdam Road, Mississauga, Ontario, Canada L4Z 1N4
P: 905-890-0740 F: 800-800-2788 C: 1
TORONTO 5585 McAdam Road, Mississauga, Ontario, Canada L4Z 1N4
P: 877-994-6675 F: 800-800-2788 C: 1
MONTREAL 2150-32E Avenue, Lachine, Quebec, Canada H8T 3H7
P: 514-633-1220 F: 800-800-2788 C: 1
VANCOUVER 3353 Wayburne Drive, Burnaby, British Columbia, Canada V5G 4L4
P: 877-994-6675 F: 800-800-2788 C: 1

Mexico:
NSK RODAMIENTOS MEXICANA, S.A. DE C.V. www.mx.nsk.com
MEXICO CITY Av. Presidente Juarez No.2007 Lote 5, Col. San Jeronimo Tepetlacalco, Tlalnepantla, Estado de Mexico, Mexico, C.P.54090
P: 55-3682-2900 F: 55-3682-2937 C: 52

United States of America:
NSK CORPORATION www.us.nsk.com
HEAD OFFICE 4200 Goss Road, Ann Arbor, Michigan 48105, U.S.A.
P: 734-913-7500 F: 734-913-7511 C: 1
NSK AMERICAN TECHNOLOGY CENTER 4200 Goss Road, Ann Arbor, Michigan 48105, U.S.A.
P: 734-913-7500 F: 734-913-7511 C: 1
CLARINDA PLANT 1100 N. First Street, Clarinda, Iowa 51632, U.S.A.
P: 712-542-5121 F: 712-542-4905 C: 1
FRANKLIN PLANT 3400 Bearing Drive, Franklin, Indiana 46131, U.S.A.
P: 317-738-5000 F: 317-738-5050 C: 1
LIBERTY PLANT 1112 East Kitchel Road, Liberty, Indiana 47353, U.S.A.
P: 765-458-5000 F: 765-458-7832 C: 1

NSK PRECISION AMERICA, INC. www.npa.nsk.com
OFFICE/PLANT 3450 Bearing Drive, Franklin, Indiana 46131, U.S.A.
P: 317-738-5000 F: 317-738-5050 C: 1
SAN JOSE 780 Montague Expressway, Suite 508, San Jose, California 95131, U.S.A.
P: 408-944-9400 F: 408-944-9405 C: 1

NSK STEERING SYSTEMS AMERICA, INC. www.nssa.nsk.com
OFFICE/PLANT 110 Shields Drive, Bennington, Vermont 05201, U.S.A.
P: 802-442-5448 F: 802-442-2253 C: 1
ANN ARBOR 4200 Goss Road, Ann Arbor, Michigan 48105, U.S.A.
P: 734-913-7500 F: 734-913-7102 C: 1

NSK-WARNER U.S.A., INC.
TROY 3001 West Big Beaver Road, Suite 701, Troy, Michigan 48084, U.S.A.
P: 248-822-8888 F: 248-822-1111 C: 1

NSK LATIN AMERICA, INC. www.la.nsk.com
MIAMI 2500 NW 107th Avenue, Suite 300, Miami, Florida 33172, U.S.A.
P: 305-477-0605 F: 305-477-0377 C: 1

<As of July 2009>

For the latest information, please refer to the NSK website.

NSK Ltd. has a basic policy not to export any products or technology designated as controlled items by export-related laws. When exporting the products in this brochure, the laws of the exporting country must be observed. Specifications are subject to change without notice and without any obligation on the part of the manufacturer. Every care has been taken to ensure the accuracy of the data contained in this brochure, but no liability can be accepted for any loss or damage suffered through errors or omissions. We will gratefully acknowledge any additions or corrections.

MOTION & CONTROL™
NSK

Офисы продаж NSK – Европа, Ближний Восток и Африка

Россия
NSK Polska Sp. z o.o.
Russian Branch
Office I 703, Bldg 29,
18th Line of Vasilievskiy Ostrov,
Saint-Petersburg, 199178
Tel. +7 812 3325071
Fax +7 812 3325072
info-ru@nsk.com

Ближний Восток
NSK Bearings Gulf Trading Co.
JAFZA View 19, Floor 24 Office 2/3
Jebel Ali Downtown,
PO Box 262163
Dubai, UAE
Tel. +971 (0) 4 804 8202
Fax +971 (0) 4 884 7227
info-me@nsk.com

Испания
NSK Spain, S.A.
C/ Tarragona, 161 Cuerpo Bajo
2ª Planta, 08014 Barcelona
Tel. +34 93 2892763
Fax +34 93 4335776
info-es@nsk.com

Франция
NSK France S.A.S.
Quartier de l'Europe
2, rue Georges Guynemer
78283 Guyancourt Cedex
Tel. +33 (0) 1 30573939
Fax +33 (0) 1 30570001
info-fr@nsk.com

Великобритания
NSK UK LTD.
Northern Road, Newark
Nottinghamshire NG24 2JF
Tel. +44 (0) 1636 605123
Fax +44 (0) 1636 643276
info-uk@nsk.com

Италия
NSK Italia S.p.A.
Via Garibaldi, 215
20024 Garbagnate
Milanese (MI)
Tel. +39 02 995 191
Fax +39 02 990 25 778
info-it@nsk.com

Центральная,
Восточная Европа и СНГ
NSK Polska Sp. z o.o.
Warsaw Branch
Ul. Migdałowa 4/73
02-796 Warszawa
Tel. +48 22 645 15 25
Fax +48 22 645 15 29
info-pl@nsk.com

Германия, Австрия, Швейцария,
Бенилюкс, Скандинавия
NSK Deutschland GmbH
Harkortstraße 15
40880 Ratingen
Tel. +49 (0) 2102 4810
Fax +49 (0) 2102 4812290
info-de@nsk.com

Турция
NSK Rulmanları Orta Doğu Tic. Ltd. Şti
19 Mayıs Mah. Atatürk Cad.
Ulya Engin İş Merkezi No: 68/3 Kat. 6
P.K.: 34736 - Kozyatağı - İstanbul
Tel. +90 216 4777111
Fax +90 216 4777174
turkey@nsk.com

Южно-Африканская Республика
NSK South Africa (Pty) Ltd.
27 Galaxy Avenue
Linbro Business Park
Sandton 2146
Tel. +27 (011) 458 3600
Fax +27 (011) 458 3608
nsk-sa@nsk.com

Посетите наш веб-сайт: www.nskeurope.ru
Global NSK: www.nsk.com

Были приняты все меры, чтобы информация, представленная в данном издании, была предельно точной, однако никаких обязательств относительно ошибок или опечаток никто не несет. © Авторские права NSK 2009. Содержание данного издания является собственностью издателей. Напечатано в России. Ref: SPB/A/RU/05.13